

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Publication number : 07-234849

*CONNECTION COMMUNICATION SYSTEM BETWEEN  
PROCESSOR MODULES*

Processor modules 12 to 16, upon receiving a network fault from a line concentration 1-0, report it to a master processor module 11, which receives the fault information and specifies the fault place. At this time, a hub fault or hub adapter fault is specified. On the basis of the specified fault place, a switching object is specified and a switching procedure is reported to some or all of the processor modules 11 to 16. According to the specified switching object, an in-use hub 1-0 is switched over to a stand-by hub 1-1 or the hot standby switching of processor modules is performed to perform the system recovery processing.

\*\*\*\*\*

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Publication number : 07-074771

*STACKABLE HUB*

A self-state recognition circuit CI provided to an inter-hub connection means of hubs H1-H4 forming a stackable hub discriminates whether or not itself is to be connected to a trunk line B based on a state of a main power supply VDD and an operating state of a host hub and the connection to the trunk line B is controlled by a control means CR based on the result of discrimination. Furthermore, the state of the connection means is detected in addition to the result of discrimination and the control means CR controls the connection to the trunk line B in addition to the result of detection to improve the reliability more.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-234849

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号    | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|--------|-----|--------|
| G 0 6 F 15/16             | 4 7 0 X |        |     |        |
|                           | 3 7 0 N |        |     |        |
|                           | 4 6 0 B |        |     |        |
| 11/20                     | 3 1 0 C |        |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平6-25492

(22) 出願日 平成6年(1994)2月23日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 真矢 謙

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会

社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 北野 昌宏

神奈川県海老名市下今泉810番地 株式会

社日立製作所オフィスシステム事業部内

(72) 発明者 宇賀神 敦

神奈川県海老名市下今泉810番地 株式会

社日立製作所オフィスシステム事業部内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

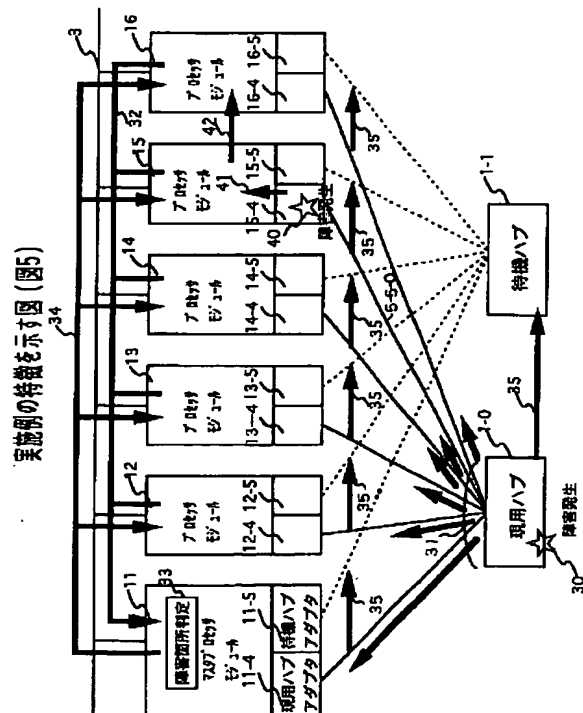
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセッサモジュール間接続通信システム

(57) 【要約】

【目的】複数のプロセッサモジュールを有する分散処理システムにおいて、迅速に障害箇所を特定し、回復させる方法を提供する。

【構成】プロセッサモジュール12～16は集線装置1-0からネットワーク障害を受信すると、マスタプロセッサモジュール11に通知し、マスタプロセッサモジュール11は障害情報を受信し、障害箇所を特定する。その際、ハブ障害かハブアダプタ障害かを特定する。この特定された障害箇所に基づき、切り替え対象を指定し、プロセッサモジュール11～16の一部または全てに切り替え手順を通知する。指定された切り替え対象に応じて、現用ハブ1-0から待機ハブ1-1への切り替え、またはプロセッサモジュールのホットスタンバイ切り替えを行なうことにより、システム回復処理を行なう。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも中央処理装置、メモリおよび入出力処理手段からなるプロセッサモジュールの複数個を集線装置により相互に接続するシステムにおいて、前記集線装置として、現用集線装置と該現用集線装置に代わって動作しうる待機集線装置とを設け、前記複数のプロセッサモジュールの各々を現用プロセッサモジュールとして、該現用プロセッサモジュールに代わって動作しうる複数の待機プロセッサモジュールを設け、すべての前記プロセッサモジュールに、前記現用集線装置に接続される現用集線装置アダプタと、前記待機集線装置に接続される待機集線装置アダプタとを設けたことを特徴とするプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 2】前記現用プロセッサモジュールと待機プロセッサモジュールの複数の対の中の 1 対をマスタプロセッサモジュールとし、該マスタプロセッサモジュールに、前記集線装置、前記集線装置アダプタおよび前記プロセッサモジュールの障害管理情報を保持管理する障害管理手段を設け、該障害管理手段により障害箇所を特定することを特徴とする請求項 1 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 3】前記すべてのプロセッサモジュール間を接続する制御用 LAN を設け、該制御用 LAN を介してプロセッサモジュール間で障害情報を転送することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 4】前記集線装置は、その集線装置で発生した障害を検出する障害監視手段を有し、該障害監視手段で障害を検出したとき、すべてのプロセッサモジュールに障害割込みを発生させることにより、すべてのプロセッサモジュールにその集線装置障害を通知することを特徴とする請求項 2 または 3 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 5】前記現用マスタプロセッサモジュール以外のすべてのプロセッサモジュールは、前記集線装置から集線装置障害の通知を受けると、少なくとも前記現用マスタプロセッサモジュールに障害情報を送信することを特徴とする請求項 4 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 6】集線装置障害か集線装置アダプタ障害か不明な障害が発生した場合、前記現用マスタプロセッサモジュールは、他のプロセッサモジュールからの障害発生通知を一定時間監視し、障害数が予め定めた一定値以上ならば集線装置障害と判定し、一定値未満ならば集線装置アダプタ障害と判定することを特徴とする請求項 4 または 5 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 7】前記障害数と比較する一定値は“3”であ

## 2

ることを特徴とする請求項 6 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 8】前記現用マスタプロセッサモジュールは、前記現用集線装置の障害の際、前記待機集線装置が正常であれば、自己を含めたすべてのプロセッサモジュールに対して前記現用集線装置アダプタから前記待機集線装置アダプタへの切り替えを指示することを特徴とする請求項 2～7 のいずれかに記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

10 【請求項 9】前記現用マスタプロセッサモジュールは、前記待機集線装置が正常でない場合には、外部装置に障害情報を通知し、システムを停止させることを特徴とする請求項 8 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 10】前記現用マスタプロセッサモジュールは、いずれかの現用集線装置アダプタまたは前記現用集線装置と当該現用集線装置アダプタとを接続するケーブルに障害を検出したとき、当該集線装置アダプタを有する現用プロセッサモジュールに対応する待機プロセッサモジュールが正常であれば、当該集線装置アダプタを有する現用プロセッサモジュールから、これに対応する待機プロセッサモジュールへの切り替えを指示することを特徴とする請求項 2 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 11】前記現用マスタプロセッサモジュールは、前記待機プロセッサモジュールが正常でない場合には、自己を含めたすべてのプロセッサモジュールに対して前記現用集線装置アダプタから前記待機集線装置アダプタへの切り替えを指示することを特徴とする請求項 10 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 12】前記現用マスタプロセッサモジュールは、前記待機プロセッサモジュールおよび待機集線装置がいずれも正常でない場合には、外部装置に障害情報を通知し、システムを停止させることを特徴とする請求項 11 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 13】障害の発生した集線装置は、その障害から回復すると、障害回復割込みにより、その障害回復をすべてのプロセッサモジュールに通知することを特徴とする請求項 2～12 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 14】前記現用マスタプロセッサモジュール以外のすべてのプロセッサモジュールは、前記集線装置から集線装置障害回復の通知を受けると、前記現用マスタプロセッサモジュールに集線装置障害回復情報を送信することを特徴とする請求項 13 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 15】少なくとも前記現用マスタプロセッサモジュールの障害管理手段は、外部の情報に基づき前記切り替えが生じたとき、前記障害管理情報を更新することを特徴とする請求項 8, 10, または 11 記載のプロセ

## 3

ッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 1 6】 障害の発生した集線装置アダプタは、障害から回復すると、自身のプロセッサモジュールにその旨通知することを特徴とする請求項 1 0 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 1 7】 前記障害の発生した集線装置アダプタから障害回復の旨通知を受けたプロセッサモジュールは、この集線装置アダプタ回復情報を前記現用マスタプロセッサモジュールに送信し、該マスタプロセッサモジュールの障害管理手段は、その障害管理情報を更新することを特徴とする請求項 1 6 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 1 8】 各現用プロセッサモジュールは対応する待機プロセッサモジュールに対し前記制御用 LAN を介して予め定めたメッセージを周期的に送信し、各待機プロセッサモジュールは、対応する現用プロセッサモジュールから周期的に送信されるメッセージの途絶を検出して、当該現用プロセッサモジュールの処理を引き継ぐことを特徴とする請求項 3 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 1 9】 前記待機集線装置を用いて、プロセッサモジュール間で障害情報を転送することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム

【請求項 2 0】 一方の集線装置で障害が発生すると、他方の正常な集線装置は、プロセッサモジュール間において障害情報をプロセッサモジュール間の業務データより優先して、転送することを特徴とする請求項 1 9 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 2 1】 前記現用および待機集線装置の代わりに、現用および待機業務用 LAN を設けるとともに、前記現用および待機集線装置アダプタの代わりに、現用および待機業務用 LAN アダプタを設け、業務用 LAN アダプタの障害は、業務用 LAN アダプタの障害割込みにより検出し、業務用 LAN の障害は、前記現用マスタプロセッサモジュールは、他のプロセッサモジュールからの障害発生通知を一定時間監視し、障害数が予め定めた一定値以上ならば業務用 LAN 障害と判定し、一定値未満ならば LAN アダプタ障害と判定することを特徴とする請求項 2 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 2 2】 複数の現用プロセッサモジュールと、該複数の現用プロセッサモジュールにそれぞれ対応して設けられ、対応する現用プロセッサモジュールに代わって動作する複数の待機プロセッサモジュールと、前記現用および待機プロセッサモジュールの各々に接続され、プロセッサモジュール間のデータ転送を行なう現用集線装置と、

前記現用および待機プロセッサモジュールの各々に接続され、前記現用集線装置に代わってプロセッサモジュール間のデータ転送を行なう待機集線装置と、

## 4

前記複数の現用および待機プロセッサモジュールの各々に設けられ、前記現用集線装置と接続される現用集線装置アダプタと、

前記複数の現用および待機プロセッサモジュールの各々に設けられ、前記待機集線装置と接続される待機集線装置アダプタとを備え、

前記現用集線装置および待機集線装置は、各々自己の障害発生を検出し、該障害発生の検出時、前記すべてのプロセッサモジュールの集線装置アダプタへ障害発生を通知する監視手段を有し、

前記複数の現用プロセッサモジュールの一つおよびこれに対応する待機プロセッサモジュールは、マスタプロセッサモジュールとして、障害の発生した箇所を判定する障害箇所判定手段を有し、

すべてのプロセッサモジュールの集線装置アダプタは、前記集線装置から障害発生の通知を受けたとき、そのプロセッサモジュールへその旨通知し、

オンライン状態のマスタプロセッサモジュール以外のプロセッサモジュールは、前記集線装置から自己の集線装置アダプタを介して、前記集線装置障害発生の通知を受けたとき、および自己の集線装置アダプタに障害が発生したとき、前記オンライン状態のマスタプロセッサモジュールへその旨通知し、

前記障害箇所判定手段は、そのマスタプロセッサモジュールを含むすべてのプロセッサモジュールからの障害発生の通知の有無に基づき、障害の発生した箇所を判定し、

前記マスタプロセッサは、該判定結果に基づいて前記現用集線装置アダプタと待機集線装置アダプタとの切り替え、または障害の発生した現用プロセッサモジュールと待機プロセッサモジュールとの切り替えを行なう切り替え指示を前記すべてのまたは一部のプロセッサモジュールに発行する切り替え指示発行手段を有することを特徴とするプロセッサモジュール間接続通信システム。

【請求項 2 3】 前記障害発生の通知および前記切り替え指示を含む制御情報を転送する制御用 LAN を有することを特徴とする請求項 2 2 記載のプロセッサモジュール間接続通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、複数のプロセッサモジュールとこれらを集線装置あるいは LAN により接続するシステムに係り、特に、集線装置および集線装置アダプタ障害時、および LAN および LAN アダプタ障害時におけるシステム回復方式を提供するプロセッサモジュール間接続通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 計算機システムはダウンサイジングにより、汎用大型計算機を中心としたシステムから、複数の

## 5

プロセッサモジュールをネットワークを介して接続する分散処理システムに移行している。また、計算機システムの処理形態はオンライントランザクション処理が、主流になりつつある。このため、分散処理サーバがオンライントランザクション処理を実行する場合には、計算機システムを停止させない、あるいは停止しても直ちに回復できる高い可用性が要求されている。

【0003】しかし、従来の分散処理サーバでは、日経エレクトロニクス（1992. 5. 18, No. 554, p 87～p. 96）に記載されているように、2台までの現用の汎用サーバ（プロセッサモジュール）とそれらをバックアップする待機の汎用サーバ（プロセッサモジュール）をローカルエリアネットワーク（LAN：業務用LAN）により接続させていた。そして、現用の汎用サーバは、業務用LANを介して、一定時間毎に、動作状態にあることを示すアライブ（alive）メッセージを待機のサーバに送信するが、待機のサーバは、このaliveメッセージの途絶を検出することにより、現用の汎用サーバあるいはLAN（業務用LAN）の障害を検出していた。

【0004】また、一般に計算機システムでは、高性能化や高信頼化を実現するために、多数のプロセッサモジュールを冗長化したネットワークにより接続させている。

【0005】これに関する従来の方式は、特開昭63-44248号「二重化システム間通信の自動切り替え装置」に記述されている。これによると、主系（現用プロセッサモジュール）と従系（待機プロセッサモジュール）からなる二重化システムにおいて、現用プロセッサモジュールと待機プロセッサモジュールにそれぞれネットワークアダプタを設け、切り替えスイッチを介して、ネットワークと接続させる。そして、系切り替えを行なう場合、二重化システムの監視装置がこの切り替えスイッチを切り替えることにより、ユーザに系切り替えを意識させないようにしていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の方法では、プロセッサモジュール、LANおよびLANアダプタの障害検出に関して、現用のプロセッサモジュールは一定周期（例えば1分または数分）毎に待機のプロセッサモジュールに対してaliveメッセージを送信するが、待機のプロセッサモジュールは、これを何回か続けて受信しない場合に、プロセッサモジュール、LANおよびLANアダプタのいずれかの障害を検出していた。

【0007】このように、従来の方法では、aliveメッセージの複数回分待たなければ障害を検出できないので、障害検出時間が長くなるという問題があった。しかも、現用のプロセッサモジュールで障害が発生したのか、LANで障害が発生したのか、あるいはLANアダプタで障害が発生したのか障害箇所を特定できず、障害

## 6

箇所を意識した最適な障害回復処理が実行できないという問題があった。

【0008】本発明の目的は、プロセッサモジュール間を接続させる集線装置において、集線装置に障害が発生すると、集線装置の障害割込みによりプロセッサモジュールに障害発生を通知することにより、障害検出時間を短縮させるプロセッサモジュール間接続通信システムを提供することである。

【0009】さらに、本発明の他の目的は、プロセッサモジュールの中にマスタプロセッサモジュールを設け、これがすべてのプロセッサモジュールの障害情報を管理し、速やかに正確に障害箇所を特定し、ハブあるいはハブアダプタを切り替えるプロセッサモジュール間接続通信システムを提供することである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によるシステムは、少なくとも中央処理装置、メモリおよび入出力処理手段からなるプロセッサモジュールの複数個を集線装置により相互に接続するシステムにおいて、前記集線装置として、現用集線装置と該現用集線装置に代わって動作しうる待機集線装置とを設け、前記複数のプロセッサモジュールの各々を現用プロセッサモジュールとして、該現用プロセッサモジュールに代わって動作しうる複数の待機プロセッサモジュールを設け、すべての前記プロセッサモジュールに、前記現用集線装置に接続される現用集線装置アダプタと、前記待機集線装置に接続される待機集線装置アダプタとを設けたものである。

【0011】好ましくは、前記現用プロセッサモジュールと待機プロセッサモジュールの複数の対の中の1対をマスタプロセッサモジュールとし、該マスタプロセッサモジュールに、前記集線装置、前記集線装置アダプタおよび前記プロセッサモジュールの障害管理情報を保持管理する障害管理手段を設け、該障害管理手段により障害箇所を特定する。

【0012】前記すべてのプロセッサモジュール間を接続する制御用LANを設け、該制御用LANを介してプロセッサモジュール間で障害情報を転送することができる。

【0013】好ましくは、前記集線装置は、その集線装置で発生した障害を検出する障害監視手段を有し、該障害監視手段で障害を検出したとき、すべてのプロセッサモジュールに障害割込みを発生させることにより、すべてのプロセッサモジュールにその集線装置障害を通知する。

## 【0014】

【作用】本発明の代表的な構成における作用を説明する。

【0015】まず、現用ハブで障害が発生し、これが現用ハブ内の障害監視手段により検出された場合のシステム動作を説明する。この場合、現用ハブは、すべてのブ

## 7

ロセッサモジュールに障害割込みを発生させることにより、すべてのプロセッサモジュールにハブ障害を通知する。このハブ障害を受信すると、現用マスタプロセッサモジュール（オンライン状態のマスタプロセッサモジュール）以外のすべてのプロセッサモジュールは、現用マスタプロセッサモジュールにハブ障害を通知する。現用マスタプロセッサモジュールは、ハブから直接受けたハブ障害の通知および他のプロセッサモジュールから受けたハブ障害の通知に基づき、自己を含めてすべてのプロセッサモジュールにおいて、迅速かつ確実に現用ハブアダプタから待機ハブアダプタに切り替えることにより、待機ハブを使用できるようにする。これにより、ハブ障害に対して速やかなシステム障害回復が行なえる。現用マスタプロセッサモジュールの障害管理手段では、このハブ障害に基づき、ハブおよびハブアダプタの障害情報（オンライン状態、スタンバイ状態、オフライン状態のいずれか）を更新する。

【0016】次に、いずれかの現用プロセッサモジュールにおいて、現用ハブアダプタの障害が発生した場合のシステム動作を説明する。この場合、そのハブアダプタからのハブアダプタ障害がそのプロセッサモジュールに通知される。これを受けたプロセッサモジュールは、その旨現用マスタプロセッサモジュールに通知する。現用マスタプロセッサモジュールは、このハブアダプタ障害を生じた現用プロセッサモジュールの待機プロセッサモジュールが正常である（スタンバイ状態にある）かを確認し、正常であれば現用から待機のプロセッサモジュールへ切り替える（ホットスタンバイ切り替え）指示を行なう。この切り替えは、ハブアダプタ障害を生じた現用プロセッサモジュールが自発的に行なうこともできる。ホットスタンバイ切り替えにより、ハブアダプタ障害に対して速やかなシステム障害回復が行なえる。現用マスタプロセッサの障害管理手段では、このハブアダプタ障害に基づき、ホットスタンバイ切り替えを行なった現用および待機プロセッサモジュールの状態（オンライン状態、スタンバイ状態、オフライン状態のいずれか）を更新する。

【0017】なお、プロセッサモジュールのハブアダプタでなく、プロセッサモジュール自体の障害は、現用プロセッサモジュールがその待機プロセッサモジュールに対し周期的に発信する予め定めたメッセージの途絶を検出して、当該現用プロセッサモジュールの処理を引き継ぐ。このホットスタンバイ切り替えによるプロセッサモジュールの状態変化も障害管理手段の障害管理情報に反映される。

【0018】さらに、稀なケースではあるが、障害が発生したが障害箇所が判定できない場合、すなわちハブ障害かハブアダプタ障害か不明である場合について、そのシステム動作を説明する。この場合、障害の発生を検出したプロセッサモジュールは、現用マスタプロセッサモ

## 8

ジュールにその旨を通知する。この通知を受けた現用マスタプロセッサモジュールは、他のプロセッサモジュールからの障害発生通知を一定時間監視し、障害受信数が一定値以上になったならば、ハブ障害と判定する。ハブ障害であれば、一定数以上のプロセッサモジュールで通信途絶による障害が検出されるであろうと想定されるからである。一定数としては、例えば“3”を用いる。一定数未満ならばハブアダプタ障害と判定する。この判定結果に基づいて、マスタプロセッサモジュールは、前述のようなハブ切り替えまたはホットスタンバイ切り替えを行なう。この切り替えによる各種状態変化も障害管理手段の障害管理情報に反映される。

【0019】このように、すべてのプロセッサモジュールはハブ障害あるいはハブアダプタ障害が発生しても、正確に障害箇所が特定でき、迅速で柔軟なシステム回復処理が実行できる。

## 【0020】

【実施例】以下、本発明について、実施例を示す。本発明はプロセッサモジュール間を接続させる集線装置（ハブ）を含む通信路に関し、その通信路で障害が発生した場合における障害回復処理に関するものである。

【0021】図1に、本実施例に係るシステムの構成を示す。本実施例のシステムは、6つのプロセッサモジュール11～16を有するものとする。通信路は、ハブ1-0、1-1、ハブアダプタ11-4～16-4、11-5～16-5およびこれらを接続するケーブル5-1-0～5-6-0、5-1-1～5-6-1からなる。

【0022】プロセッサモジュール11～16の各々は、それぞれ、現用ハブアダプタ11-4～16-4およびケーブル5-1-0～5-6-0（図上、実線で示す）により現用ハブ1-0と接続される。また、プロセッサモジュール11～16の各々は、待機ハブアダプタ11-5～16-5およびケーブル5-1-1～5-6-1（図上、破線で示す）により待機ハブ1-1と接続される。

【0023】また、プロセッサモジュール11～16は、aliveメッセージおよび障害情報を通信するための別の通信路として、制御用LAN3に接続される。プロセッサモジュール11～12は共有ディスク2-0を、プロセッサモジュール13～14は共有ディスク2-1を、プロセッサモジュール15～16は共有ディスク2-2を、それぞれ共有する。

【0024】ハブを含む通信路は業務用データを高速に転送するためのものであるが、制御用LAN3は、制御用データのための転送を行なうものであるため、より低速の安価なもので足りる。

【0025】プロセッサモジュール11、12はホットスタンバイ構成をとる。すなわち、プロセッサモジュール11を現用として稼働し、プロセッサモジュール12はそのバックアップ処理を行なう待機として稼働する。

本実施例では、両プロセッサモジュール 11, 12 をマスタープロセッサモジュールとする。マスタープロセッサモジュール 11 は、マスタープロセッサモジュール 12 に正常に動作していることを示す alive メッセージを一定周期毎に通知する。マスタープロセッサモジュール 12 は常にこの alive メッセージを監視する。マスタープロセッサモジュール 11 で障害が発生すると、alive メッセージは途絶するが、マスタープロセッサモジュール 12 は alive メッセージの途絶を検出して、マスタープロセッサモジュール 11 の障害と判定し、マスタープロセッサモジュール 11 の処理を引き継ぐ。

【0026】同様に、プロセッサモジュール 13, 14 はホットスタンバイ構成をとる。すなわち、プロセッサモジュール 13 は現用として稼働し、そのバックアップ処理はプロセッサモジュール 14 が行なう。プロセッサモジュール 14 は、プロセッサモジュール 13 の障害を検出すると、プロセッサモジュール 13 の処理を引き継ぐ。さらに同様に、プロセッサモジュール 15, 16 もホットスタンバイ構成をとる。すなわち、プロセッサモジュール 15 は現用として稼働し、そのバックアップ処理はプロセッサモジュール 16 が行なう。プロセッサモジュール 16 は、プロセッサモジュール 15 の障害を検出すると、プロセッサモジュール 15 の処理を引き継ぐ。

【0027】共有ディスク 2-0, 2-1, 2-2 には、各現用プロセッサモジュールからバックアップ（待機）プロセッサモジュールに処理を引き継ぐために必要なデータ（チェックポイントデータ）を格納する。

【0028】制御用 LAN3 には、プロセッサモジュール 11~16 の他に、集中コンソール 4 を接続する。集中コンソール 4 には、すべてのプロセッサモジュール 11~16 とハブ 1-0, 1-1 の障害情報を収集、表示する。

【0029】このように、本システムは、分散処理を行なう各プロセッサモジュールが現用とバックアップ用の 2 台に冗長化されるとともに、ハブも現用と待機用の 2 台に冗長化されている。

【0030】図 2 はプロセッサモジュールの構成図である。プロセッサモジュール 11~16 のハードウェア構成は同一なので、プロセッサモジュール 11 を例にして説明する。プロセッサモジュール 11 は、プロセッサ 11-1、メモリ 11-2、入出力プロセッサ IOP (Input Output Processor) 11-3、現用ハブアダプタ 11-4、待機ハブアダプタ 11-5、ディスク制御装置 11-6 および制御用 LAN アダプタ 11-7 から構成される。

【0031】図 3 は、ハブの構成図である。現用ハブ 1-0 と待機ハブ 1-1 の構成は同一なので、ここでは現用ハブ 1-0 の構成のみをプロセッサ 11~16 とともに示す。なお、ハブとは、従来からある LAN の通信網

に相当する部分が、バッファを有する 1 つの箱に詰め込まれた如きものであり、例えば、日経エレクトロニクス (1993. 6. 14, No. 583, p71~p. 82) にその一例が記述されている。

【0032】まず、ハブ 1-0 は、コントローラ 1-0-1、監視回路 1-0-2、入力バッファ 1-0-3 および出力バッファ 1-0-4 から構成される。

【0033】監視回路 1-0-2 は、現用ハブ 1-0 に発生した障害を検出するためのものであり、制御線 1-0-5 により、プロセッサモジュール 11~16 の現用ハブアダプタ 11-4~16-4 と接続される。一方、入力バッファ 1-0-3 および出力バッファ 1-0-4 は、プロセッサモジュール間のデータ通信のためのものであり、データ線 1-0-6 により、プロセッサモジュール 11~16 の現用ハブアダプタ 11-4~16-4 と接続される。

【0034】図 4 はプロセッサモジュールのソフトウェア構成図である。マスタープロセッサモジュール 11 のソフトウェアは、オペレーティングシステム OS 11-20、モニタ 11-21、アプリケーションプログラム AP 11-22 および障害管理プロセス 11-23 から構成される。

【0035】モニタ 11-21 は、現用ハブ 1-0 およびハブアダプタ 11-4 から障害情報を受信し、プロセッサモジュール 11~16 間で通信する。障害管理プロセス 11-23 は、現用ハブ 1-0、待機ハブ 1-1、現用ハブアダプタ 11-5、待機ハブアダプタ 11-6 およびプロセッサモジュール 11~16 で障害が発生したかあるいは障害から回復したかを管理する。

【0036】プロセッサモジュール 12 は、プロセッサモジュール 11 と同様にマスタープロセッサモジュールであるため、OS、モニタ、AP および障害管理プロセスから構成される。

【0037】プロセッサモジュール 13~16 は、マスタープロセッサモジュールでないため、障害管理プロセスは持たない。このため、プロセッサモジュール 13~16 の構成は同一であり、図 4 ではプロセッサモジュール 13 の構成のみを示す。プロセッサモジュール 13 のソフトウェアは、OS 13-20、モニタ 13-21 および AP 13-22 から構成される。

【0038】図 5 は本実施例の特徴を示す図である。本実施例の特徴は、現用ハブ 1-0 で障害が発生すると (30)、監視回路 1-0-2 がこれを検出し、現用ハブ 1-0 は障害割込みにより現用ハブアダプタ 11-4~16-4 に障害発生を通知する (処理 31)。本来、正常な状態であれば、マスタープロセッサ 11 は現用ハブアダプタ 11-4 を介して現用ハブ障害を検出できるのでこの障害割込みはマスタープロセッサ 11, 12 へ発行するのみでよいが、本実施例では非正常時のシステム信頼性向上のため、すべてのプロセッサモジュールに対し

てハブ障害割込みを発行している。現用ハブ 1-0 からの障害発生の通知を受けたプロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 は、そのハブ障害を制御用 LAN 3 を介してマスタプロセッサモジュール 1 1 に通知する（処理 3 2）。本実施例では、オンライン状態（後述）のマスタプロセッサモジュールのみに障害情報を通知するが、スタンバイ状態のマスタプロセッサモジュールにも同時に通知するようにしてもよい。

【0039】いずれかのプロセッサモジュール、例えばプロセッサモジュール 1 5 の現用ハブアダプタ（1 5-4）あるいはケーブル（5-5-0）で障害が発生した場合（4 0）、現用ハブアダプタ 1 5-4 は障害割込みにより、プロセッサモジュール 1 5 に障害発生を通知する（処理 4 1）。これに応じて、プロセッサモジュール 1 5 はマスタプロセッサモジュール 1 1 にその旨通知する（処理 3 2）。以下、ケーブル 5-1-0 ~ 5-6-0、5-1-1 ~ 5-6-1 の障害は、プロセッサモジュール 1 1 ~ 1 6 に固有のものなので、これらケーブルの障害もハブアダプタ障害に含むものとする。

【0040】障害が発生したが、ハブとハブアダプタのどちらで障害が発生したかわからない場合がありうる。例えば、現用ハブに障害が発生していながら、その監視回路がそれを検出できないような場合である。このような場合でも、プロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 が、通信相手の不応答等を検出することにより、障害を検出する。この障害発生は、マスタプロセッサモジュール 1 1 に通知される（処理 3 2）。マスタプロセッサモジュール 1 1 は、一定時間、障害情報を監視する。ハブ障害ならば、プロセッサモジュール 1 1 には、自己の現用ハブアダプタ 1 1-4 から、およびプロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 のすべてから障害が通知される可能性があり、ハブアダプタ障害ならば、障害の発生したプロセッサモジュールからのみ、またはその通信相手から障害が通知される可能性がある。

【0041】マスタプロセッサモジュール 1 1 では受信された障害数を予め定めた一定値と比較することにより障害箇所判定を行なう（3 3）。障害数と比較する一定値は、ハブアダプタで起こりうる同時障害数（ $n \times 2$ ）とする。障害数が（ $n \times 2$ ）以下ならば、障害箇所が（ $n$ ）箇所以下であり、ハブアダプタ障害と判定する。一方、受信障害数が（ $n \times 2 + 1$ ）以上ならば、ハブ障害と判定する。本実施例では、ハブアダプタは同時に 2 箇所は故障しないと考え、 $n$  は 1 とする。したがって、障害数が 2 以下であればハブアダプタ障害と判定し、3 以上であればハブ障害と判定する。

【0042】マスタプロセッサモジュール 1 1 は、プロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 に切り替え方法を制御用 LAN 3 を介して通知する（3 4）。現用ハブ 1-0 障害の場合には、待機ハブ 1-1 へのハブ切り替え（3 5）により、システムを回復させる。一方、ハブアダプタ 1

5-4 の障害の場合には、ホットスタンバイ切り替え（4 2）、すなわち現用プロセッサモジュール 1 5 からバックアップ用プロセッサモジュール 1 6 への切り替えを行なうことによりシステムを回復させる。

【0043】なお、ハブアダプタ障害が判明している場合には、マスタプロセッサモジュール 1 1 へ通知する前に、そのハブアダプタを有するプロセッサモジュールからバックアップ用プロセッサモジュールへのホットスタンバイ切り替えを行なうようにしてもよい。但し、この場合、図 1 8 で後述するマスタプロセッサによる障害管理プロセスにおけるホットスタンバイ切り替えを先行して実行することになる。

【0044】このように、切り替え方法として、ハブ切り替えとホットスタンバイ切り替えがあるが、その各々について再度、別個について説明する。

【0045】図 6 はハブ切り替えを示す図である。現用ハブ 1-0 で障害が発生すると（3 0）、現用ハブ 1-0 はすべてのプロセスモジュール 1 1 ~ 1 6 に障害割込みを発生する（3 1）。プロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 は、制御用 LAN 3 を介してマスタプロセッサモジュール 1 1 に障害発生を通知する（3 2）。マスタプロセッサモジュール 1 1 は障害箇所がハブであると特定する。そこで、マスタプロセッサモジュール 1 1 は、自己のハブ切り替えを行なうとともに、プロセッサモジュール 1 2 ~ 1 6 に切り替え方法としてハブ切り替えを LAN 3 を介して指示する。その結果、すべてのプロセッサモジュール 1 1 ~ 1 6 は、現用ハブアダプタ 1 1-4 ~ 1 6-4 から待機ハブアダプタ 1 1-5 ~ 1 6-5 に切り替える（3 5）。

【0046】ハブ切り替えはハブアダプタ 1 1-4 ~ 1 6-4、1 1-5 ~ 1 6-5 の切り替えであるため、システム回復時間は極めて短時間で行なうことができる。

【0047】図 7 はプロセッサモジュールのホットスタンバイ切り替えを示す図である。現用ハブアダプタ 1 5-4 で障害が発生すると（4 0）、プロセッサモジュール 1 5 に障害発生を通知する（4 1）。プロセッサモジュール 1 5 は、自らまたはマスタプロセッサモジュール 1 1 を介して、プロセッサモジュール 1 6 に障害回復処理としてホットスタンバイ切り替えを通知する（4 2）。この場合の障害回復処理では、チェックポイントデータからシステムを回復させるため、システム回復時間は長くなるが、障害回復処理の影響を受けるプロセッサモジュールは 2 つ（この場合、プロセッサモジュール 1 5、1 6）に限定される。

【0048】本実施例によれば、ハブ切り替えとホットスタンバイ切り替えを組み合わせることにより、障害が発生した場合にシステム全体に与える影響範囲を小さくし、システム回復時間を短縮させることができる。

【0049】図 8 から図 1 1 を用いて、IOP が制御するアダプタの構成を示す。ここでは、マスタプロセッサ

10

20

30

40

50



モジュール 11, 12 を例にする。

【0050】図 8 は、現用ハブアダプタの構成図である。プロセッサモジュール 11, 12 を例にして、説明する。現用ハブアダプタ 11-4 は、プロセッサ 11-4-1、メモリ 11-4-2、バッファ 11-4-3、現用ハブ制御部 11-4-4 から構成される。バッファ 11-4-3 には、現用ハブ 1-0 から受信したデータと現用ハブ 1-0 に送信するデータを保持する。現用ハブアダプタ 12-4（および他の現用ハブアダプタ）の構成も同様である。

【0051】図 9 は、待機ハブアダプタの構成図である。プロセッサモジュール 11, 12 を例にして、説明する。待機ハブアダプタ 11-5 は、プロセッサ 11-5-1、メモリ 11-5-2、バッファ 11-5-3、待機ハブ制御部 11-5-4 から構成される。バッファ 11-5-3 には、待機ハブ 1-1 から受信したデータと待機ハブ 1-1 に送信するデータを保持する。待機ハブアダプタ 12-5（および他の待機ハブアダプタ）の構成も同様である。

【0052】図 10 は、各プロセッサモジュール内のディスク制御装置（図 2）の構成図である。プロセッサモジュール 11, 12 を例にして、説明する。ディスク制御装置 11-6 は、プロセッサ 11-6-1、メモリ 11-6-2、バッファ 11-6-3、ディスク制御部 11-6-4 から構成される。ディスク制御装置 12-6（および他のディスク制御装置）の構成も同様である。バッファ 11-6-3 には、共有ディスク 2-0 から読み出すデータと共有ディスク 2-0 に書き込むデータを保持する。

【0053】図 11 は、各プロセッサモジュール内の制御用 LAN アダプタ（図 2）の構成図である。プロセッサモジュール 11, 12 を例にして説明する。制御用 LAN アダプタ 11-7 は、プロセッサ 11-7-1、メモリ 11-7-2、バッファ 11-7-3、LAN 制御部 11-7-4 から構成される。バッファ 11-7-3 は、他のプロセッサモジュール 12~16 および集中コンソール 4 から受信したメッセージを保持する。また、バッファ 11-7-3 は、他のプロセッサモジュール 12~16 および集中コンソール 4 に送信するメッセージも保持する。制御用 LAN アダプタ 12-7（および他の制御用 LAN アダプタ）の構成も同様である。

【0054】図 12 は、プロセッサモジュールの状態遷移図である。プロセッサモジュール 11~16 には、以下の 3 つの状態 150~152 を設ける。

【0055】オンライン状態 150 は正常に処理を実行中の状態である。スタンバイ状態 151 は、プロセッサモジュール 11~16 で障害が発生しても直ちに処理を引き継げる状態である。オフライン状態 152 は障害発生や保守のためシステムから切り離されている状態である。

【0056】ここでは、現用のプロセッサモジュール 11 とそのバックアップ処理を実行する待機のプロセッサモジュール 12 を例にして、説明する。

【0057】プロセッサモジュール 11 は、オンライン状態 150 で自己の障害発生を検出すると、オフライン状態 152 に遷移し（状態遷移 155）、待機プロセッサモジュール 12 はスタンバイ状態 151 からオンライン状態 150 に遷移する（状態遷移 156）。プロセッサモジュール 12 は、スタンバイ状態 151 で障害が発生すると、オフライン状態 152 に遷移する（状態遷移 157）。プロセッサモジュール 11 は、オフライン状態 152 から修復完了すると、オフライン状態 152 からスタンバイ状態 151 に遷移する（状態遷移 158）。

【0058】図 13 はハブの状態遷移図である。ハブの状態としては、オンライン状態 170、スタンバイ状態 171 およびオフライン状態 172 を設ける。

【0059】オンライン状態 170 は正常に処理を実行中の状態である。スタンバイ状態 171 は、ハブ 1-0, 1-1 で障害が発生しても直ちに処理を引き継げる状態である。オフライン状態 172 は障害発生や保守のためシステムから切り離されている状態である。

【0060】次にハブ 1-0, 1-1 の状態遷移の例を説明する。現用ハブにおいてオンライン状態 170 で障害が発生すると、オフライン状態 172 に遷移し（状態遷移 175）、待機ハブ 1-1 はスタンバイ状態 171 からオンライン状態 170 に遷移する（状態遷移 176）。スタンバイ状態 171 で障害が発生すると、オフライン状態 172 に遷移する（状態遷移 177）。オフライン状態 172 から修復完了すると、オフライン状態 172 からスタンバイ状態 171 に遷移する（状態遷移 178）。

【0061】図 14 はハブアダプタの状態遷移図である。ハブアダプタの状態としては、ハブと同様に、オンライン状態 180、スタンバイ状態 181 およびオフライン状態 182 を設ける。そして、ハブアダプタ 11-4~16-4, 11-5~16-5 は、ハブ 1-0, 1-1 と同様の状態遷移を行なう（状態遷移 185~188）。

【0062】図 15 は状態のコードを示す図である。これらは、プロセッサモジュール 11~16、ハブ 1-0, 1-1、ハブアダプタ 11-4~16-4, 11-5~16-5 に共通に適用する。

【0063】オンライン状態 150, 170, 180 は (01) 16、スタンバイ状態 151, 171, 181 は (02) 16、オフライン状態 152, 172, 182 は (03) 16 とする。なお、括弧に続く“16”は 16 進数を表わす。このコードは、プロセッサモジュール 11~16 のモニタ 11-21 等（図 4）の間の通信に使用する。

【0064】図16はハブの障害検出通知と障害回復通知を示す図である。現用ハブ1-0では、監視回路1-0-2がコントローラ1-0-1を監視することにより、現用ハブ1-0の障害を検出する。この検出した障害は、制御線1-0-5を介して現用ハブアダプタ11-4へ通知される。障害から回復すると、コントローラ1-0-1が自己診断を行う。監視回路1-0-2は、制御線1-0-5を介して、障害から回復したことを現用ハブアダプタ11-4に通知する。

【0065】図17は障害管理プロセス11-23（図4）の保持するデータ（テーブル）を示す図である。これには、すべてのプロセッサモジュール11~16の状態（300, 303, 310, 313, 320, 323）、すべての現用ハブアダプタ11-4~16-4の状態（301, 304, 311, 314, 321, 324）、すべての待機ハブアダプタ11-5~16-5の状態（302, 305, 312, 315, 322, 325）、すべてのハブ1-0, 1-1の状態（330, 331）、および発生した障害数を示す障害数335を格納する。

【0066】これらのデータ300~331は、障害が発生した場合、障害から回復した場合、現用、待機の切り替えが発生した場合に、プロセッサモジュール11~16およびハブ1-0, 1-1から受信した障害情報等に基づいてを管理する。なお、障害数335は障害箇所を特定する場合に使用する。

【0067】図1の例では、正常に運転している状態は以下の通りである。プロセッサモジュール11, 13, 15はオンライン状態150にあり、プロセッサモジュール12, 14, 16はスタンバイ状態151にある。また、現用ハブアダプタ11-4~16-4はオンライン状態180にあり、待機ハブアダプタ11-5~16-5はスタンバイ状態181にある。現用ハブ1-0はオンライン状態170にあり、待機ハブ1-1はスタンバイ状態171にある。障害数335は障害が発生していないので、0である。図17のテーブルの状態値としては、この正常運転状態における値を示してある。

【0068】なお、マスタプロセッサモジュール以外のプロセッサモジュール13~16も、図17の障害数335以外の項目データのテーブルを保持している。これは、他のプロセッサモジュールへの通信を行なうときに、現用、待機いずれのプロセッサモジュールへ通知すればよいかを自身で判断するためである。このテーブルの更新は、ハブの切り替えのためのマスタプロセッサからの指示を受けたとき、あるいはいずれかのプロセッサモジュールでホットスタンバイ切り替えに伴いそのプロセッサモジュールからの通知を受けたとき等に、行なうことができる。

【0069】図18は障害管理プロセス11-23の処理手順を示す図である。この障害管理プロセス11-2

3は、障害発生時に現用マスタプロセッサモジュール11でのみ実行される。障害が発生すると、現用ハブ1-0あるいはプロセッサモジュール11~16から、障害情報を受信する。

【0070】障害管理プロセス11-23は、まず、障害数335を0に設定する（処理349）。そして、発生した障害がハブ障害かどうか判定する（処理350）。

【0071】この障害が、ハブ障害ならば、障害管理プロセス11-23は待機ハブ1-1の状態331を読み出すことにより、ハブ切り替えが可能かどうか判定する（処理351）。待機ハブ1-1がスタンバイ状態171ならば、ハブ切り替えが可能と判定し、ハブ切り替え処理を実行する（処理352）。一方、待機ハブ1-1がオフライン状態172ならば、ハブ切り替えが不可能と判定し、集中コンソール4に障害メッセージを送信し、システムを停止させる（処理353）。

【0072】さらに、発生した障害がハブ障害でない場合には、ハブアダプタ障害かどうか判定する（処理354）。ハブアダプタ障害ならば、障害管理プロセス11-23は、該当する待機プロセッサモジュールの状態303, 313または323を読み出すことにより、ホットスタンバイ切り替えが可能かどうか判定する（処理355）。待機プロセッサモジュールの状態がスタンバイ状態151ならば、ホットスタンバイ切り替えは可能であり、待機プロセッサモジュールとホットスタンバイ切り替えを行なう（処理356）。

【0073】一方、該当する待機プロセッサモジュールの状態がオフライン状態152ならば、ホットスタンバイ切り替えは不可能である。このため、待機ハブ1-1の状態331を読み出すことにより、ハブ切り替えが可能かどうか判定する（処理357）。

【0074】待機ハブ1-1の状態331がスタンバイ状態171であり、ハブ切り替えが可能ならば、ハブ切り替えを実行する（処理358）。しかし、待機ハブ1-1の状態331がオフライン状態172ならば、ハブ切り替えも不可能であり、集中コンソール4に障害メッセージを送信し、システムを停止させる（処理359）。

【0075】最後に、発生した障害がハブ障害かあるいはハブアダプタ障害か特定できない場合には、プロセッサモジュール12~16はマスタプロセッサモジュール11に障害の発生したことを示す障害情報を発信する。そして、マスタプロセッサモジュール11は、受信した障害情報に基づき、障害数335をインクリメント（+1）する（処理360）。

【0076】このカウントした障害数335と、一定値“3”とを比較する（処理361）。この場合の一定値“3”は、前述のように、通常の状態ではハブアダプタ11-4~16-4の2個以上に同時に障害が発生するこ

とはない、ということを前提としている。

【0077】したがって、障害数335が“3”以上である場合には、ハブ障害と判定し(処理362)、処理351へ移行する。また、障害数335が“2”である場合には、一定時間経過したかどうか判定し(処理363)、一定時間経過していれば、ハブアダプタ障害と判定する(処理364)。この一定時間は、各プロセッサモジュールからの障害発生通知の遅延時間を考慮したものである。ハブアダプタ障害と判定されたら、処理355へ移行する。

【0078】図19はモニタ間通信のメッセージフォーマットを示す図である。これは、メッセージの送信元60-1、メッセージの送信先60-2、メッセージの内容1(60-3)およびメッセージの内容2(60-4)から構成される。これらの各々について、図20～22により説明する。

【0079】図20は送信元と送信先のコードを示す図である。送信元60-1と送信先60-2としては、プロセッサモジュール11～16と集中コンソール4とが考えられる。以下、これらのコードをそれぞれ、(11)16～(16)16、および(20)16とする。なお、複数の送信先に同一のメッセージを送信する場合には、複数の送信先コードを付加すればよい。

【0080】図21は内容1のコードを示す図である。内容1(60-3)では、障害情報、切り替え情報、障害回復情報および障害回復確認情報に分けられる。

【0081】障害情報とは、プロセッサモジュール12～16が現用マスタプロセッサモジュール11に、障害が発生したとそれの障害内容を通知するものである。

【0082】切り替え情報とは、マスタプロセッサモジュール11がプロセッサモジュール12～16に、ハブ切り替え、ホットスタンバイ切り替え、またはシステム停止を指示する情報である。

【0083】障害回復情報とは、プロセッサモジュール12～16が現用マスタプロセッサモジュール11に、障害から回復したことを通知するものである。

【0084】障害回復確認情報とは、マスタプロセッサモジュール11がプロセッサモジュール12～16に障害回復情報を受信したことを通知する確認情報である。

【0085】この例では、それぞれ、障害情報は(01)16、切り替え情報は(02)16、障害回復情報は(03)16、障害回復確認情報は(04)16とする。

【0086】図22は内容2のコードを示す図である。内容2(60-4)は内容1(60-3)の詳細情報を示すものである。

【0087】まず、同図(1)に内容1(60-3)が障害情報の場合を示す。ハブ障害は(01)16と、ハブアダプタ障害は(02)16とする。障害個所が不明の場合には、(10)16、とする。

【0088】同図(2)に内容1(60-3)が切り替え情報の場合を示す。ハブ切り替えは(01)16と、ホットスタンバイ切り替えは(02)16とする。システム停止は(10)16、とする。

【0089】同図(3)に内容1(60-3)が障害回復情報の場合を示す。ハブ障害回復は(01)16と、ハブアダプタ障害回復は(02)16とする。

【0090】図示しないが、内容1(60-3)が障害回復確認情報場合には、内容2(60-4)は常に(00)16とする。

【0091】図23から図28を用いて、障害発生時の各種切り替え処理を示す。次に、図29から図32を用いて、障害からの回復処理について説明する。

【0092】障害発生時の切り替え処理に関して、まず、ハブ障害の処理手順、次に、ハブアダプタ障害の処理手順、最後に、障害個所が特定できずマスタプロセッサモジュール11が障害個所を判定する処理手順を示す。

【0093】最初に、ハブ障害時の処理手順について説明する。

【0094】図23はハブ障害の処理手順を示す図である。図24は、この処理手順において行なわれるモニタ間通信のメッセージ図である。図23と図24を用いて、ハブ障害時の処理手順について説明する。

【0095】図23では、各プロセッサモジュールにおける時系列の処理を上から下へ向かって示している。現用ハブ1-0でハブ障害が発生すると(400)、現用ハブ1-0は障害が発生したことをすべてのプロセッサモジュール11～16の現用ハブアダプタ11-4～16-4に通知する(処理401)。現用ハブアダプタ11-4～16-4はハブ障害を受信すると、自身のモニタ11-21～16-21に通知する(処理402)。

【0096】そして、プロセッサモジュール12のモニタ12-21は、マスタプロセッサモジュール11にハブ障害を通知する(処理403)。

【0097】この際、プロセッサモジュール12は、自己内に有する、図17で示した障害データ300-331と同じデータを参照して、マスタプロセッサモジュール11、12のいずれがオンライン状態150にあるかを調べ、オンライン状態にあるマスタプロセッサモジュール(ここではプロセッサモジュール11とする)にハブ障害を通知する。以下、同様に、プロセッサモジュール11-16が他のプロセッサモジュールに情報を送信する際、自己の障害データを参照することにより、オンライン状態のプロセッサモジュールに通知する。

【0098】同様に、プロセッサモジュール13～16のモニタ13-21～16-21は、マスタプロセッサモジュール11にハブ障害を通知する(処理404)。

【0099】図24に、処理403のメッセージ430と処理404のメッセージ431を示す。

【0100】処理403のメッセージ430では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール12であるため、(12)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、障害情報であるため、(01)16を、メッセージの内容2(60-4)はハブ障害であるため、(01)16を設定する。

【0101】処理404のメッセージ431では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール16であるため、(16)16を設定する。その他の項目は、処理403のメッセージ430と同一である。

【0102】図23に戻り、マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21は、ハブ障害情報を受信すると(処理405)、障害管理プロセス11-23は現用ハブの状態330をオンライン状態170からオフライン状態172に、すなわち、(01)16から(03)16に更新する。

【0103】そこで、待機ハブ1-1の状態331を読み出し、これがスタンバイ状態171ならば、これをオンライン状態170に、すなわち、(02)16から(01)16に更新する。

【0104】また、すべてのプロセッサモジュール11~16について、現用ハブアダプタ11-4~16-4の状態301、304、311、314、321、324を、オンライン状態170からスタンバイ状態171に、すなわち(01)16に(02)16に更新する。さらに、待機ハブアダプタ11-5~16-5の状態302、305、312、315、322、325を、スタンバイ状態171からオンライン状態170に、すなわち(02)16から(01)16に更新する(処理406)。そして、以下に示すケース1の処理を実行する。なお、待機ハブ1-1の状態331がオフライン状態172ならば、ケース2の処理を実行する。

【0105】ケース1では、マスタプロセッサモジュール11は、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21に切り替え情報を通知する(処理407、408)。

【0106】なお、図23中の処理403A、404Aについては、本実施例の変形例に関するものであり、後述する。

【0107】図24に、処理407のメッセージ432と処理408のメッセージ433を示す。処理407はプロセッサモジュール12に、処理408はプロセッサモジュール16に送信するものである。同様に、プロセッサモジュール13~15にも送信する。

【0108】処理407のメッセージ432では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール12であるため、(1

2)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、切り替え情報であるため、(02)16を、メッセージの内容2(60-4)はハブ切り替えであるため、(01)16を設定する。

【0109】一方、処理408のメッセージ433は、メッセージの送信先60-2はプロセッサモジュール16であるため、(16)16を設定する。その他の項目は、処理407と同一である。

【0110】再び、図23に戻り、プロセッサモジュール11のモニタ11-21は、現用ハブアダプタ11-4をスタンバイ状態181にし(処理409)、待機ハブアダプタ13-5をオンライン状態180にする(処理410)。同様に、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21は、現用ハブアダプタ12-4~16-4をスタンバイ状態181にし(処理411)、待機ハブアダプタ12-5~16-5をオンライン状態180にする(処理412)。

【0111】次に、ケース2について述べる。このケースは、ハブに関して、現用ハブ1-0のみで稼働しており、現用ハブ1-0が障害になると、システムを継続させることができないので、集中コンソール4に障害メッセージを表示して、システムを停止させる(処理420)。

【0112】図24(5)に、処理420のメッセージ434を示す。処理420のメッセージ434では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、集中コンソール4であるため(20)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、切り替え情報であるため(02)16を、メッセージの内容2(60-4)はシステム停止であるため(10)16を設定する。

【0113】次に、ハブアダプタ障害時の処理手順について説明する。

【0114】図25はハブアダプタ障害の処理手順を示す図である。図26はこれに関するモニタ間通信のメッセージである。図25と図26を用いて、ハブ障害時の処理手順について説明する。

【0115】今、プロセッサモジュール13はオンライン状態150にあり、そのバックアップ処理はプロセッサモジュール14が行なうものとする。

【0116】現用ハブアダプタ13-4で障害が発生すると(450)、現用ハブアダプタ13-4は障害割込みにより、モニタ13-21に通知する(処理451)。プロセッサモジュール13のモニタ13-21は現用ハブアダプタ13-4をリセットする(処理452)。そして、プロセッサモジュール13のモニタ13-21はマスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21に、現用ハブアダプタ障害を通知する(処理453)。

【0117】図26に、処理453のメッセージ480を示す。処理453のメッセージ480では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール13であるため、(13)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール11であるため(11)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は障害情報であるため、(01)16を設定する。メッセージの内容2(60-4)は、ハブアダプタ障害であるため、

(02)16を設定する。

【0118】マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21からハブアダプタ障害情報を受信すると(処理454)、障害管理プロセス11-23は、現用ハブアダプタ13-4のデータ311をオンライン状態180からオフライン状態182に、すなわち(01)16から(03)16に更新する(処理455)。

【0119】そこで、待機プロセッサモジュール14の状態313を読み出し、これがスタンバイ状態171ならば、これをオンライン状態170に、すなわち、(02)16から(01)16に更新する。そして、ケース1の処理を実行する。

【0120】待機プロセッサモジュール14の状態313がオフライン状態ならば、待機ハブ1-1の状態331を読み出す。そして、これがスタンバイ状態171ならば、これをオンライン状態170に、すなわち、(02)16から(01)16に更新する。さらに、すべてのプロセッサモジュール11~16について、現用ハブアダプタ11-4~16-4の状態301, 304, 311, 314, 321, 324は、オンライン状態170からスタンバイ状態171に、すなわち(01)16から(02)16に更新する。待機ハブアダプタ11-5~16-5の状態302, 305, 312, 315, 322, 325は、オンライン状態170からスタンバイ状態171に、すなわち(02)16から(01)16に更新する(処理455)。そして、以下に示すケース2の処理を実行する。

【0121】また、待機プロセッサモジュール14の状態313がオフライン状態であり、待機ハブ1-1の状態がオフライン状態171ならば、以下に示すケース3の処理を実行する。

【0122】ケース1では、マスタプロセッサモジュール11は、プロセッサモジュール14のモニタ14-21に切り替え情報を通知する(処理456)。

【0123】図26に、処理456のメッセージ481を示す。このメッセージ481では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、

(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール14であるため、(14)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は切り替え情報であるため(02)16を設定する。メッセージの内容2(60-4)はホットスタンバイ切り替えであるため

(02)16を設定する。

【0124】図25に戻り、ケース2について述べる。ケース2では、マスタプロセッサモジュール11は、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21にハブ切り替え情報を通知する(処理457, 458)。

【0125】これに応じて、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21は、現用ハブアダプタ12-4~16-4をスタンバイ状態181にし(処理459)、待機ハブアダプタ12-5~16-5をオンライン状態180にする(処理460)。

【0126】図26に、処理457のメッセージ482と処理458のメッセージ483を示す。処理457のメッセージ482では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール12であるため、(12)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、切り替え情報であるため、(02)16を、メッセージの内容2(60-4)はハブ切り替えであるため、(01)16を設定する。一方、処理458のメッセージ483は、メッセージの送信先60-2はプロセッサモジュール16であるため、(16)16を設定する。その他の項目は、(処理457)のメッセージ481と同一である。

【0127】再度、図25に戻り、ケース3について述べる。この場合は、ハブ切り替えおよびホットスタンバイ切り替えができない。このため、システムを継続させることができないので、システムを停止させる。この際、集中コンソール4に障害メッセージを表示して、システムを停止させる(処理461)。

【0128】図26に、処理461のメッセージ484を示す。このメッセージ484では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、集中コンソール4であるため、(20)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、切り替え情報であるため、(02)16を、メッセージの内容2(60-4)はシステム停止であるため、(10)16を設定する。

【0129】再び図25に戻り、待機プロセッサモジュール14の現用ハブアダプタ14-4で障害が発生すると(処理470)、現用ハブアダプタ14-4は障害割込みにより、自身のモニタ14-21に通知する(処理471)。これに応じて、モニタ14-21は現用ハブアダプタ14-4をリセットする(処理472)。続いて、モニタ14-21は、マスタプロセッサモジュール11に、待機プロセッサモジュール14の現用ハブアダプタ14-4で障害が発生したことを通知する(処理473)。

【0130】図26に、処理473のメッセージ485

を示す。このメッセージ 485 では、メッセージの送信元 60-1 はプロセッサモジュール 14 であるため、

(14) 16 を設定し、メッセージの送信先 60-2 は、プロセッサモジュール 11 であるため (11) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は障害情報であるため、(01) 16 を設定する。メッセージの内容 2 (60-4) は、ハブアダプタ障害であるため (02) 16 を設定する。

【0131】今一度、図 25 に戻り、マスタプロセッサモジュール 11 のモニタ 11-21 は、ハブアダプタ障害情報を受信すると、障害管理プロセス 11-23 は、現用ハブアダプタのデータ 311 をオンライン状態 180 からオフライン状態 182 に、すなわち (01) 16 から (03) 16 に更新する (処理 475)。

【0132】最後に、障害個所が特定できずマスタプロセッサモジュール 11 が障害個所を特定する処理手順について説明する。

【0133】図 27 は、障害個所を判定する処理手順を示す図である。図 28 はこれに関するモニタ間通信のメッセージである。図 27 と図 28 を用いて、ハブ障害時の処理手順について説明する。

【0134】今、現用ハブ 1-0 あるいはプロセッサモジュール 11~16 の現用ハブアダプタ 11-4~16-4 で障害が発生したが、障害個所は特定できない場合を想定する (500)。この場合には、AP 11-22~16-22 あるいはモニタ 11-21~16-21 は、自己が送信したメッセージに対して、一定時間 (例えば 10 秒または 20 秒程度) 経過してもそのメッセージに対する応答がないことにより障害を検出する。いずれかの AP が障害を検出した場合には、その AP がそのモニタに障害検出を通知する。この例では、プロセッサモジュール 13 のモニタ 13-21 がマスタプロセッサモジュール 11 のモニタ 11-21 に障害発生を通知している (処理 501)。マスタプロセッサモジュール 11 のモニタ 11-21 では、一定時間、障害情報を受信を待つ。図では、この間にプロセッサモジュール 15 のモニタ 15-21 もマスタプロセッサモジュール 11-21 のモニタ 11-21 に障害発生を通知している (処理 502) 例を示している。

【0135】図 28 に、処理 501 のメッセージ 530 と処理 502 のメッセージ 531 を示す。処理 501 のメッセージ 530 では、メッセージの送信元 60-1 はプロセッサモジュール 13 であるため、(13) 16 を設定し、メッセージの送信先 60-2 は、マスタプロセッサモジュール 11 であるため、(11) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は障害情報であるため (01) 16 を設定する。メッセージの内容 2 (60-4) は障害個所不明であるため (10) 16 を設定する。処理 502 のメッセージ 531 では、メッセージの送信先 60-2 はプロセッサモジュール 15 であるため、

(15) 16 を設定する。その他の項目は、処理 501 のメッセージ 530 と同一である。

【0136】図 27 に戻り、マスタプロセッサモジュール 11 のモニタ 11-21 では、一定時間障害情報待ち受け、障害処理プロセス 11-23 に通知する。障害管理プロセス 11-23 は、受信した障害情報の障害数 335 が “3” 以上ならば、ハブ障害と判定する (処理 503)。この場合、以下に示すケース 1 の処理を行なう。

【0137】もし、障害情報はプロセッサモジュール 13 から (およびその通信相手から) 受信し、その他のプロセッサモジュールから障害情報の通知がなければ、すなわち障害数 335 が “1” または “2” ならば、プロセッサモジュール 13 のハブアダプタ障害と判定する (処理 504)。この場合、以下に示すケース 2 の処理を行なう。

【0138】ケース 1 の場合、ハブ障害であるので、ハブ切り替えにより対応する。マスタプロセッサモジュールのモニタ 11-21 は、すべてのプロセッサモジュール 12~16 のモニタ 12-21~16-21 に、ハブ切り替えを指示する (処理 505, 506)。

【0139】図 28 に、処理 505 のメッセージ 532 と処理 506 のメッセージ 533 を示す。処理 505 のメッセージ 532 では、メッセージの送信元 60-1 はプロセッサモジュール 11 であるため、(11) 16 を設定する。メッセージの送信先 60-2 は、プロセッサモジュール 13 であるため、(13) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は、切り替え情報であるため、(02) 16 を設定する。メッセージの内容 2 (60-4) はハブ切り替えであるため、(01) 16 を設定する。処理 506 のメッセージ 533 では、メッセージの送信先 60-2 はプロセッサモジュール 15 であるため、(15) 16 を設定する。その他の項目は、処理 505 のメッセージ 532 と同一である。

【0140】再度、図 27 に戻り、ケース 2 の場合、プロセッサモジュール 13 のハブアダプタ障害であるので、プロセッサモジュール 14 のモニタ 14-21 にホットスタンバイ切り替えを指示する。

【0141】図 28 に、処理 507 のメッセージ 534 を示す。このメッセージ 534 では、メッセージの送信元 60-1 はプロセッサモジュール 11 であるため、(11) 16 を設定し、メッセージの送信先 60-2 は、プロセッサモジュール 14 であるため、(14) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は切り替え情報であるため、(02) 16 を、メッセージの内容 2 (60-4) はホットスタンバイ切り替えであるため、(02) 16 を設定する。

【0142】以上のように、発生した障害がハブ障害の場合にはハブ切り替えにより、ハブアダプタ障害の場合には、ホットスタンバイ切り替えにより、障害回復処理

を実行する。

【0143】次に、ハブ障害およびハブアダプタ障害からの障害回復処理手順を図29から図32を用いて示す。

【0144】まず、ハブ障害の回復処理手順について説明する。

【0145】図29は、ハブ障害からの回復処理手順を示す図である。図30はこれに関するモニタ間通信のメッセージである。これらの図を用いて、ハブ障害の回復処理手順について説明する。

【0146】今、障害の発生した待機ハブ1-1がその障害から回復した場合を考える(600)。このとき、待機ハブ1-1は、すべてのプロセッサモジュール11~16の待機ハブアダプタ11-5~16-5に、障害回復を通知する(処理601)。これに応じて、待機ハブアダプタ11-5~16-5は自身のモニタ11-21~16-21に通知する(処理602)。また、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21は、マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21に通知する(処理603、604)。

【0147】図30に、処理603のメッセージ630と処理604のメッセージ631を示す。処理603のメッセージ630では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール12であるため(12)16を設定する。メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は障害回復情報であるため、(03)16を設定する。メッセージの内容2(60-4)はハブ障害回復であるため、(01)16を設定する。処理604のメッセージ631では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール16であるため、(16)16を設定する。その他は、処理603のメッセージ630と同一である。

【0148】図29に戻り、その後、マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21は、ハブ障害回復情報を受信する(処理605)。障害管理プロセス11-23は待機ハブ1-0の状態331をオフライン状態172からスタンバイ状態171に、すなわち、(03)16から(02)16に更新する(処理606)。さらに、マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21は、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21に、障害回復確認情報を通知する(処理607、608)。

【0149】なお、図29中の処理603A、604Aは、変形例に関するものであり、後述する。

【0150】図30に、(処理607のメッセージ632と処理608のメッセージ633を示す。処理607のメッセージ632では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定する。メッセージの送信先60-2は、プロセッサ

モジュール12であるため、(12)16を設定する。障害回復確認情報であるため、メッセージの内容1(60-3)は(04)16を、メッセージの内容2(60-4)は(00)16を設定する。処理608のメッセージ633は、メッセージの送信先60-2はプロセッサモジュール16であるため(16)16を設定する。その他の項目は、処理607のメッセージ632と同一である。

【0151】図31は、ハブアダプタ障害からの回復処理手順を示す図である。図32はこれに関するモニタ間通信のメッセージである。図31と図32を用いて、ハブ障害の回復処理手順について説明する。

【0152】今、現用のプロセッサモジュール13に対応するバックアップ用のプロセッサモジュール14の待機ハブアダプタ14-5の障害が回復した場合を考える。

【0153】待機ハブアダプタ14-5は、ハブアダプタ障害から回復すると(650)、自身のプロセッサモジュール14のモニタ14-21にその旨通知する(処理651)。プロセッサモジュール14のモニタ14-21は、これを受けて、マスタプロセスモジュール11のモニタ11-21に、ハブアダプタ障害回復を通知する(処理652)。

【0154】図32(1)に、処理652のメッセージ680を示す。このメッセージ680では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール14であるため、(14)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定する。メッセージの内容1(60-3)は、障害回復情報であるため、(03)16を、メッセージの内容2(60-4)はハブアダプタ障害回復であるため、(02)16を設定する。

【0155】図31に戻り、その後、プロセッサモジュール11のモニタ11-21からハブアダプタ障害回復情報を受信したとき(処理653)、障害管理プロセス11-23は、待機ハブアダプタ14-5の状態315をオフライン状態182からスタンバイ状態181に更新する。同時に、プロセッサモジュール14の状態をオフライン状態152からスタンバイ状態151に更新する(処理654)。

【0156】続いて、マスタプロセッサモジュール11のモニタ11-21は、プロセッサモジュール12~16のモニタ12-21~16-21に、障害回復確認情報を通知する(処理655)。

【0157】図32(2)に、処理655のメッセージ681を示す。このメッセージ681では、メッセージの送信元60-1はプロセッサモジュール11であるため、(11)16を設定し、メッセージの送信先60-2は、プロセッサモジュール14であるため、(14)16を設定する。障害回復確認情報であるため、メッセージ

の内容 1 (60-3) は (04) 16 を、メッセージの内容 2 (60-4) は (00) 16 を、設定する。

【0158】 以上の実施例では、障害発生または障害回復時には、プロセッサモジュール 13~16 は、障害情報および回復情報をマスタプロセッサモジュール 11 にのみ通知する場合について説明した。この場合、マスタプロセッサモジュール 11 の障害の際、マスタプロセッサモジュール 12 が障害データをチェックポイントデータとして引き継がなければならない。

【0159】 これに対し、プロセッサモジュール 13~16 が障害情報および回復情報を現用のマスタプロセッサモジュール 11 と待機のマスタプロセッサモジュール 12 の双方に通知するようにすることもできる。このような変形例について、図 23~32 および図 35 を用いて、説明する。

【0160】 この変形例では、現用マスタプロセッサモジュール 11 の障害に対応するために、待機マスタプロセッサモジュール 12 は障害データをチェックポイントデータとして引き継ぐ必要がなくなる。上記実施例の変更箇所は、プロセッサモジュール 13~16 が障害情報および障害回復情報を待機マスタプロセッサモジュール 12 にも通知すること、および現用マスタプロセッサモジュール 11 が障害情報および障害回復情報を待機マスタプロセッサモジュール 12 に通知することである。

【0161】 まず、図 23 と図 24 と図 35 を用いて、ハブ障害について説明する。変形例に関する処理は、処理 403A と処理 404、404A である。処理 403A では、現用のマスタプロセッサモジュール 11 はハブ障害を待機のマスタプロセッサモジュール 12 に通知する。

【0162】 図 35 に示した処理 403A のメッセージ 700 は、メッセージの送信元 60-1 がプロセッサモジュール 11 であるため (11) 16 を設定し、メッセージの送信先 60-2 はプロセッサモジュール 12 であるため、(12) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は、障害情報であるため、(01) 16 を、メッセージの内容 2 (60-4) はハブ障害であるため、(01) 16 を設定する。

【0163】 処理 404、404A では、プロセッサモジュール 13~16 は、ハブ障害を現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機マスタプロセッサモジュール 12 のに通知する。

【0164】 図 35 に示した処理 404、404A のメッセージ 701 では、メッセージの送信先 60-2 はプロセッサモジュール 11 からプロセッサモジュール 11、12 とするため、(1112) 16 に変更する。メッセージの内容 1 (60-3) は障害情報であるため、(01) 16 を、メッセージの内容 2 (60-4) はハブであるため、(01) 16 を設定する。

【0165】 次に、図 25 と図 26 を用いて、ハブアダ

プタ障害について説明する。変形例に関する処理は、処理 453 と処理 473 である。

【0166】 処理 453 では、プロセッサモジュール 13 がハブアダプタ障害を現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機マスタプロセッサモジュール 12 に通知する。

【0167】 図 26 に示した処理 453 のメッセージ 480 では、メッセージの送信先 60-2 はプロセッサモジュール 11 からプロセッサモジュール 11、12 とするため、(11) 16 から (1112) 16 に変更する。

【0168】 次に、図 27 と図 28 を用いて、障害箇所が特定できない場合について説明する。変形例に関する処理は、処理 501 と処理 502 である。

【0169】 処理 501 では、プロセッサモジュール 13 が障害を現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機プロセッサモジュール 12 に通知する。

【0170】 図 28 に示した処理 501 のメッセージ 530 では、メッセージの送信先 60-2 がプロセッサモジュール 11 からプロセッサモジュール 11、12 とするため、(11) 16 から (1112) 16 に変更する。

【0171】 処理 502 では、プロセッサモジュール 15 は、障害を現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機マスタプロセッサモジュール 12 とするため、(11) 16 から (1112) 16 に変更する。

【0172】 次に、図 29 と図 30 を用いて、ハブ障害からの回復処理について、説明する。変形例に関する処理は、処理 603 と処理 604、604A である。

【0173】 処理 603A では、現用マスタプロセッサモジュール 11 がハブ障害からの回復を待機マスタプロセッサモジュール 12 に通知する。

【0174】 図 35 に示した処理 603A のメッセージ 702 では、メッセージの送信元 (60-1) はプロセッサモジュール 11 であるため、(11) 16 を設定し、メッセージの送信先 (60-2) はプロセッサモジュール 12 であるため、(12) 16 を設定する。メッセージ 1 (60-3) は障害回復情報であるため、(03) 16 を設定する。メッセージの内容 2 (60-4) はハブ障害回復であるため、(01) 16 を設定する。

【0175】 処理 604、604A では、プロセッサモジュール 13~16 がハブ障害からの回復を現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機マスタプロセッサモジュール 12 に通知する。

【0176】 図 35 に示した処理 604、604A のメッセージ 703 では、メッセージの送信先 (60-2) は現用マスタプロセッサモジュール 11 と待機マスタプロセッサモジュール 12 であるため、(1112) 16 を設定する。メッセージの内容 1 (60-3) は障害回復情報であるため、(03) 16 を設定する。メッセージ 2 (60-4) はハブ障害回復であるため、(01) 16 を設定する。



【0177】次に、図31と図32を用いて、ハブアダプタ障害からの回復処理について、説明する。変形例に関する処置は、処理652である。

【0178】処理652では、プロセッサモジュール13が障害を現用マスタプロセッサモジュール11と待機マスタプロセッサモジュール12に通知する。

【0179】図30に示した処理652のメッセージ680では、メッセージの送信先60-2はプロセッサモジュール11からプロセッサモジュール11, 12とするため、(11)16から(1112)16に変更する。

【0180】以上述べたように、ハブ障害あるいはハブアダプタ障害が発生しても、障害箇所を特定することが可能となり、障害箇所に適したシステム回復処理を提供できる。

【0181】以上の説明では、プロセッサモジュール11~16を、ハブ1-0, 1-1により相互に接続するとともに、制御用LAN3によっても相互に接続する構成について述べた。これにより、プロセッサモジュール11~16は、ハブ1-0, 1-1で障害が発生しても、各々のモニタは、ハブ1-0, 1-1の状態を意識しないで、容易に障害情報あるいは障害回復情報を転送することが可能である。

【0182】次に、制御用LANのない場合のシステム構成の場合について述べる。

【0183】図33は、制御用LANを用いない場合の本発明の他の実施例に係るシステム構成図である。この場合には、プロセッサモジュール11~16のモニタ11-21~16-21は、データの内容に応じて、それがプロセッサモジュール間の業務用のデータならば、現用ハブアダプタ11-4~16-4および現用ハブ1-0を介して転送する(処理700)。また、障害情報あるいは障害回復情報ならば、待機ハブアダプタ11-5~16-5および待機ハブ1-1を介して転送する(処理701)。

【0184】また、ハブ1-0, 1-1の一方あるいはハブアダプタ11-4~16-4, 11-5~16-5のいずれかで障害が発生すると、プロセッサモジュール11~16のモニタ11-21~16-21は、転送するデータに応じて、それがaliveメッセージ、障害情報あるいは障害回復情報であれば、業務用のデータより優先させる。

【0185】この実施例により、図1の実施例における制御用LANを用いることなく、図1の実施例と同等のシステム動作を行なわせることができる。

【0186】次に、ハブ1-0, 1-1の代わりに、業務用LAN8-0, 8-1を用いたシステムについて述べる。

【0187】図34は、業務用LANによるシステム構成図である。

【0188】このような業務用LAN8-0, 8-1ベ

ースのシステム構成では、すべてのプロセッサモジュール11~16は、現用の業務用LAN8-0と待機の業務用LAN8-1により接続される。しかし、業務用LAN8-0, 8-1で障害が発生しても、図1および図33の実施例の場合と異なり、業務用LAN8-0, 8-1からの障害割込みはない。このため、業務用LANアダプタ11-8~16-8, 11-9~16-9の障害割込みと、マスタプロセッサモジュール11の障害管理プロセス11-23により、以下のように障害箇所を

【0189】業務用LANアダプタ11-8~16-8, 11-9~16-9の障害時には、業務用LANアダプタ11-8~16-8, 11-9~16-9の障害割込みにより検出する。また、業務用LAN8-0, 8-1の障害時には、図27で述べたように、障害箇所不明の場合と同様の処理により、業務用LAN8-0, 8-1の障害を検出する。なお、業務用LANベースのシステムでは、LANからの障害割込みがないため、ハブベースのシステムより、障害検出時間は長くなり、可用性は低くなる。

【0190】また、ハブ1-0, 1-1ベースのシステムと同様に、aliveメッセージ、障害情報あるいは障害回復情報は業務用のデータより優先させることにより、制御用LAN3のないシステムでも適用できる。

【0191】以上の実施例では、ハブ1-0, 1-1あるいはハブアダプタ11-4~16-4, 11-5~16-5で障害が発生しても、また、業務用LAN8-0, 8-1あるいはLANアダプタ11-8~16-8, 11-9~16-9で障害が発生しても、障害箇所が特定可能となり、障害箇所に合ったシステム回復処理が可能となる。この結果、システム回復時間が短縮でき、また、システム回復処理によるシステムに与える影響範囲を小さくすることが可能となる。

【0192】

【発明の効果】本発明によれば、分散処理システムにおけるプロセッサモジュールの冗長化およびこれらを接続するハブの冗長化により、システムの信頼性を向上させるとともに、マスタプロセッサモジュールにおいてすべてのプロセッサモジュールからの障害情報を収集することにより、早期に障害箇所を特定し、早期にプロセッサモジュールの切り替えおよびハブの切り替えを実行することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例のシステム構成図である。

【図2】図1のプロセッサモジュールの構成図である。

【図3】図1のハブの構成図である。

【図4】図1のプロセッサモジュールのソフトウェア構成図である。

【図5】本発明の特徴を示す説明図である。

【図 6】実施例におけるハブ切り替えを示す説明図である。

【図 7】実施例におけるホットスタンバイ切り替えを示す説明図である。

【図 8】図 2 の現用アダプタの構成図である。

【図 9】図 2 の待機アダプタの構成図である。

【図 10】図 2 のディスク制御装置の構成図である。

【図 11】図 2 の制御用 LAN アダプタの構成図である。

【図 12】実施例におけるプロセッサモジュールの状態遷移図である。

【図 13】実施例におけるハブの状態遷移図である。

【図 14】実施例におけるハブアダプタの状態遷移図である。

【図 15】実施例における状態のコードを示す説明図である。

【図 16】実施例におけるハブの障害検出通知と障害回復通知を示す説明図である。

【図 17】実施例における障害管理プロセスのデータフォーマット図である。

【図 18】実施例における障害管理プロセスの処理手順を示す説明図である。

【図 19】実施例におけるモニタ間通信のメッセージフォーマット図である。

【図 20】図 19 の送信元と送信先のコードを示す説明図である。

【図 21】図 19 の内容 1 のコードを示す説明図である。

【図 22】図 19 の内容 2 のコードを示す説明図である。

【図 23】実施例におけるハブ障害の処理手順を示す説

明図である。

【図 24】図 23 の処理におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【図 25】実施例におけるハブアダプタ障害の処理手順を示す説明図である。

【図 26】図 25 の処理におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【図 27】実施例における障害箇所が特定できない場合の処理手順を示す説明図である。

【図 28】図 27 の処理におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【図 29】実施例におけるハブ障害からの回復処理手順を示す説明図である。

【図 30】図 29 の処理におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【図 31】実施例におけるハブアダプタ障害からの回復処理手順を示す説明図である。

【図 32】図 31 の処理におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【図 33】制御用 LAN を用いない実施例のシステム構成図である。

【図 34】ハブの代わりに業務用 LAN を用いた実施例のシステム構成図である。

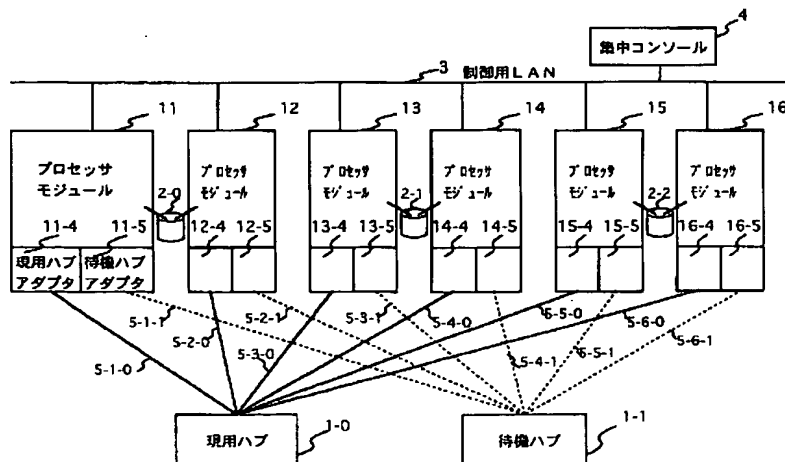
【図 35】実施例の変形例におけるモニタ間通信のメッセージを示す説明図である。

【符号の説明】

1-0…現用ハブ、1-1…待機ハブ、3…制御用 LAN、4…集中コンソール、11…現用マスタプロセッサモジュール、12…待機マスタプロセッサモジュール、13～16…プロセッサモジュール

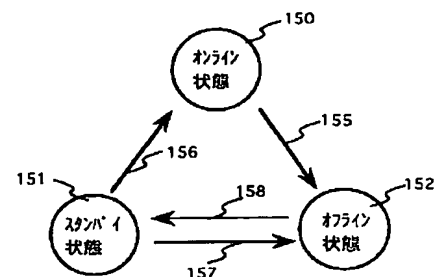
【図 1】

本発明によるシステム構成図 (図 1)



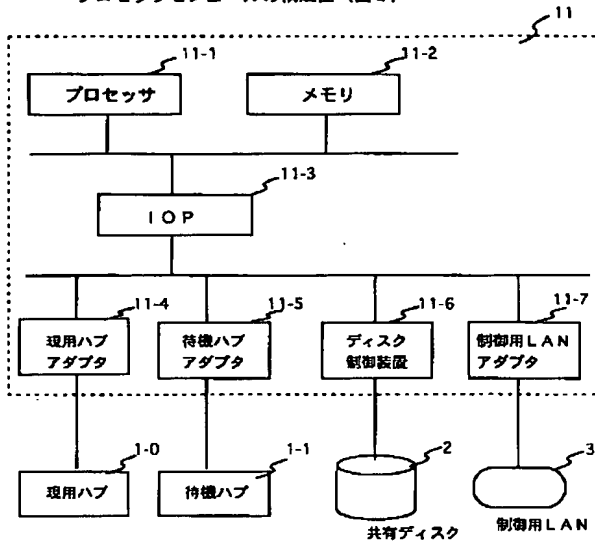
【図 12】

プロセッサモジュールの状態遷移図 (図 12)



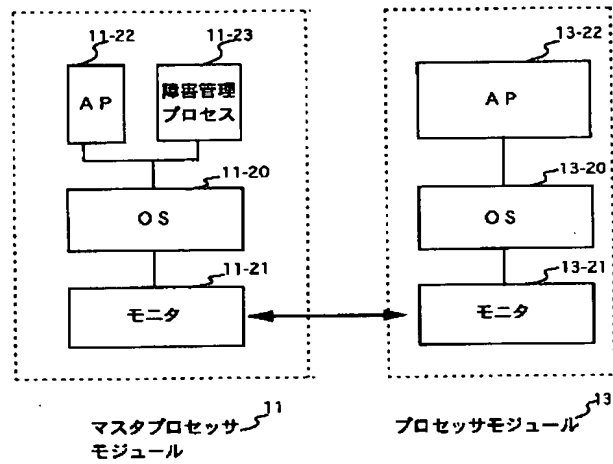
【図 2】

プロセッサモジュールの構成図 (図 2)



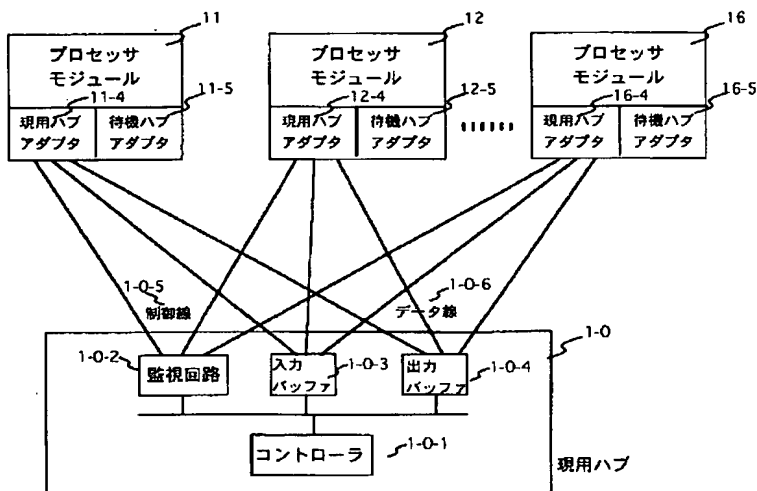
【図 4】

プロセッサモジュールのソフトウェア構成図 (図 4)



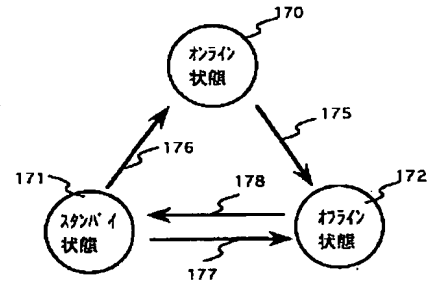
【図 3】

ハブの構成図 (図 3)



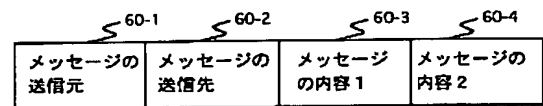
【図 13】

ハブの状態遷移図 (図 13)



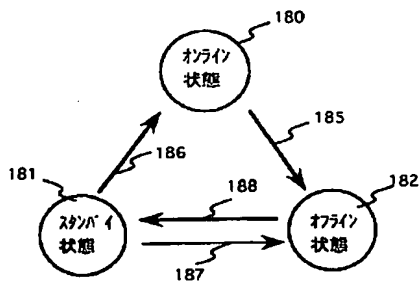
【図 19】

モニタ間通信のメッセージフォーマット図 (図 19)



【図 14】

ハブアダプタの状態遷移図 (図 14)



【図 15】

状態のコード (図 15)

| 状態      | コード                |
|---------|--------------------|
| オンライン状態 | (01) <sub>16</sub> |
| スタンバイ状態 | (02) <sub>16</sub> |
| オフライン状態 | (03) <sub>16</sub> |

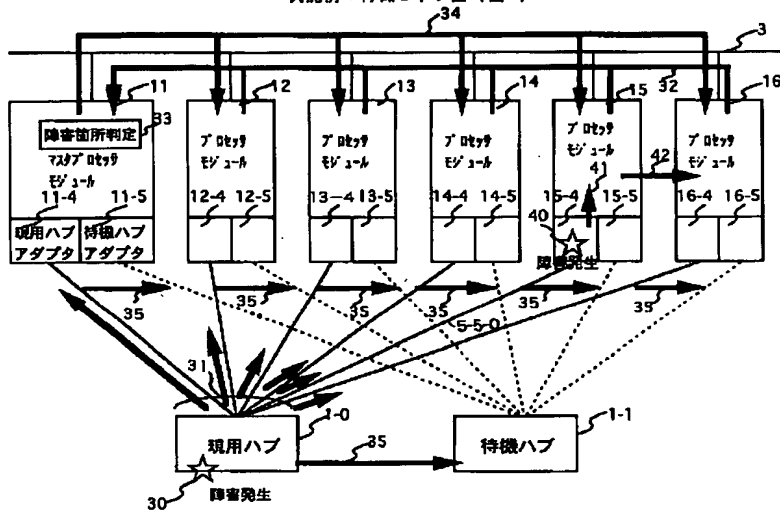
【図 21】

内容 1 のコード (図 21)

| 内容 1     | コード                |
|----------|--------------------|
| 障害情報     | (01) <sub>16</sub> |
| 切り替え情報   | (02) <sub>16</sub> |
| 障害回復情報   | (03) <sub>16</sub> |
| 障害回復確認情報 | (04) <sub>16</sub> |

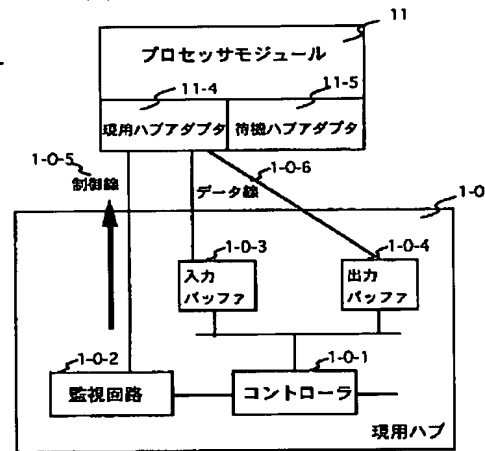
【図 5】

実施例の特徴を示す図 (図5)



【図 16】

ハブの障害検出通知と障害回復通知 (図16)



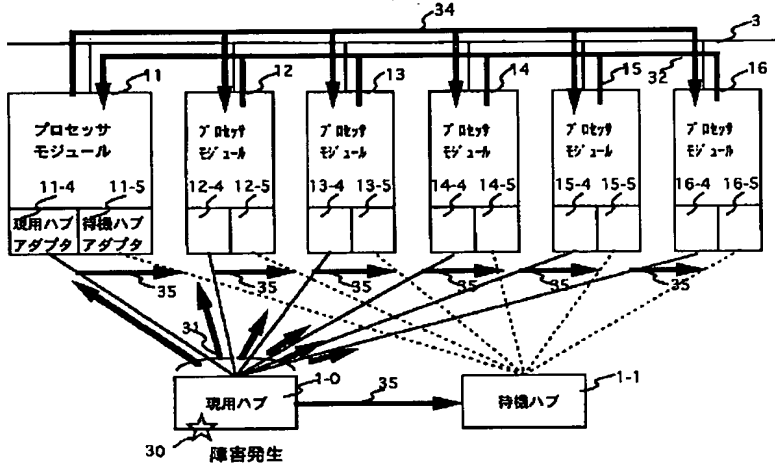
【図 20】

送信元と送信先のコード (図 20)

| 送信元と送信先         | コード                |
|-----------------|--------------------|
| プロセッサモジュール (11) | (11) <sub>16</sub> |
| :               | :                  |
| プロセッサモジュール (16) | (16) <sub>16</sub> |
| 集中コンソール         | (20) <sub>16</sub> |

【図 6】

ハブ切り替え (図6)



【図 22】

内容 2 のコード (図 22)

(1) 障害情報の場合

| 内容 2     | コード                |
|----------|--------------------|
| ハブ障害     | (01) <sub>16</sub> |
| ハブアダプタ障害 | (02) <sub>16</sub> |
| 障害箇所不明   | (10) <sub>16</sub> |

(2) 切り替え情報の場合

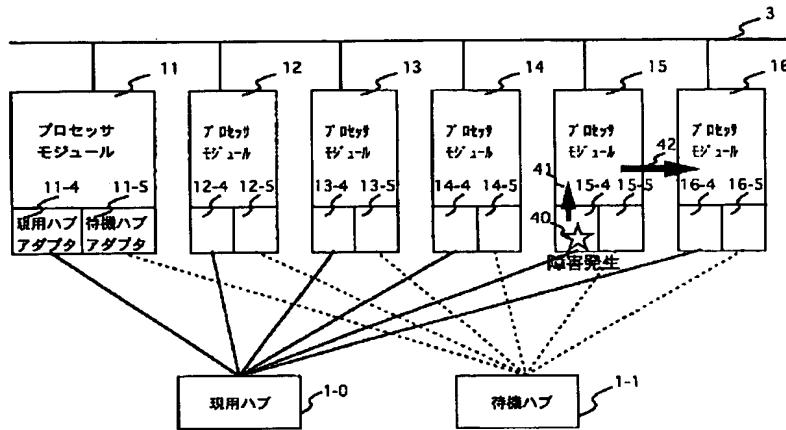
| 内容 2         | コード                |
|--------------|--------------------|
| ハブ切り替え       | (01) <sub>16</sub> |
| ホットスタンバイ切り替え | (02) <sub>16</sub> |
| システム停止       | (10) <sub>16</sub> |

(3) 障害回復情報の場合

| 内容 2       | コード                |
|------------|--------------------|
| ハブ障害回復     | (01) <sub>16</sub> |
| ハブアダプタ障害回復 | (02) <sub>16</sub> |

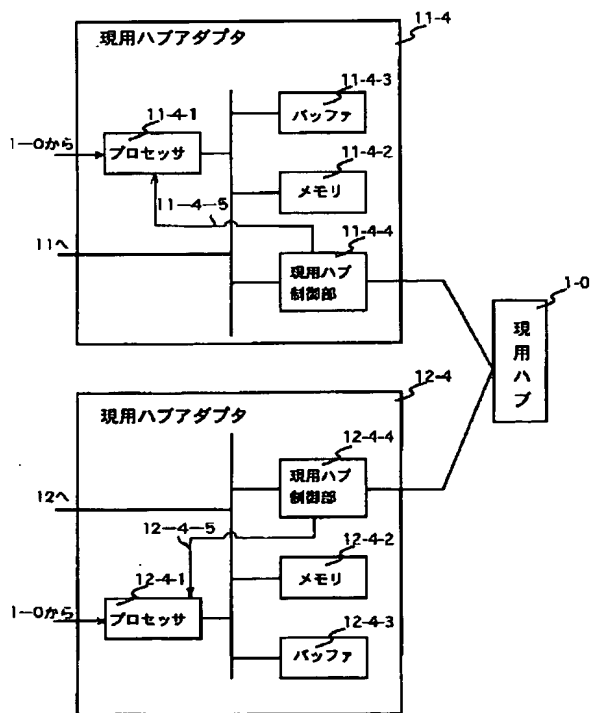
【図 7】

ホットスタンバイ切り替え (図 7)



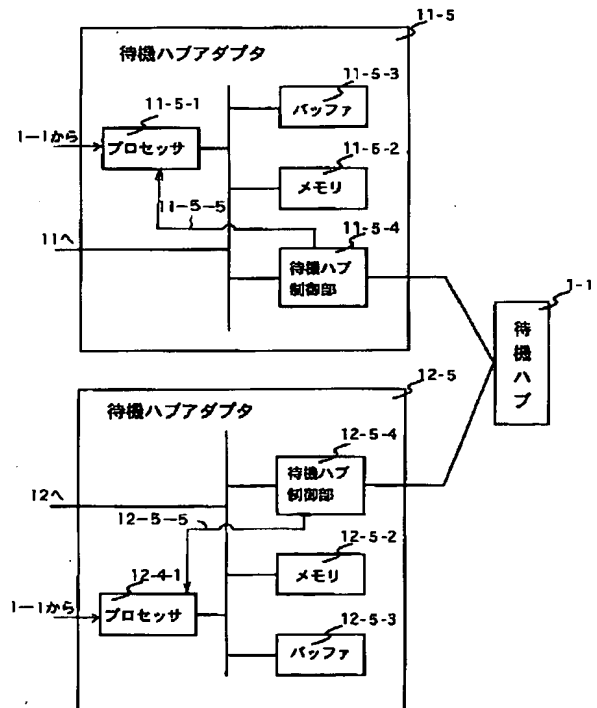
【図 8】

現用ハブアダプタの構成図 (図 8)

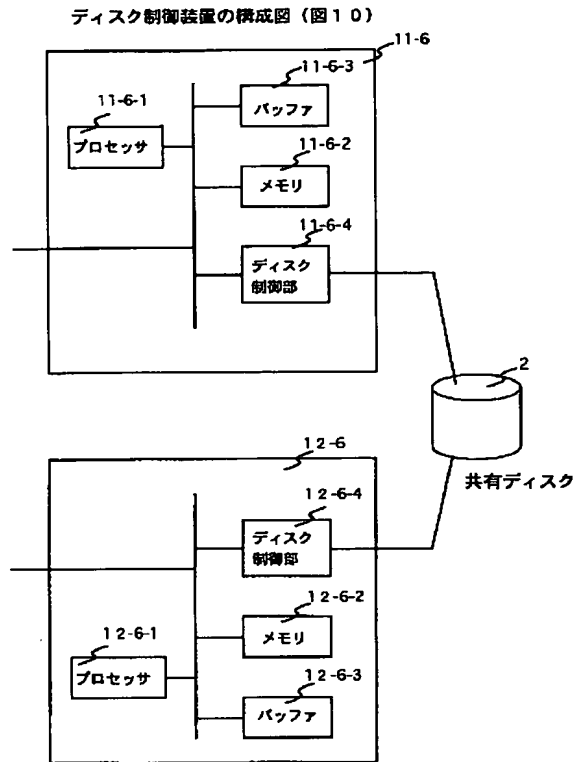


【図 9】

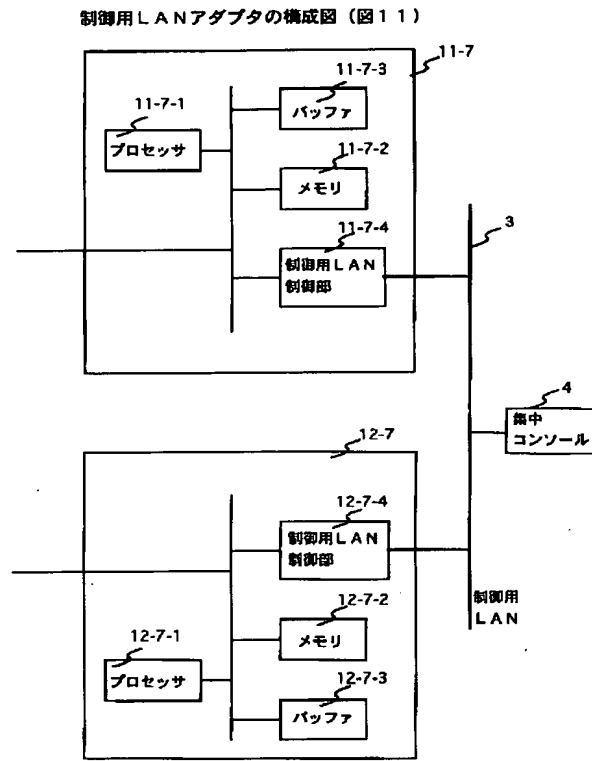
待機ハブアダプタの構成図 (図 9)



【図 10】



【図 11】



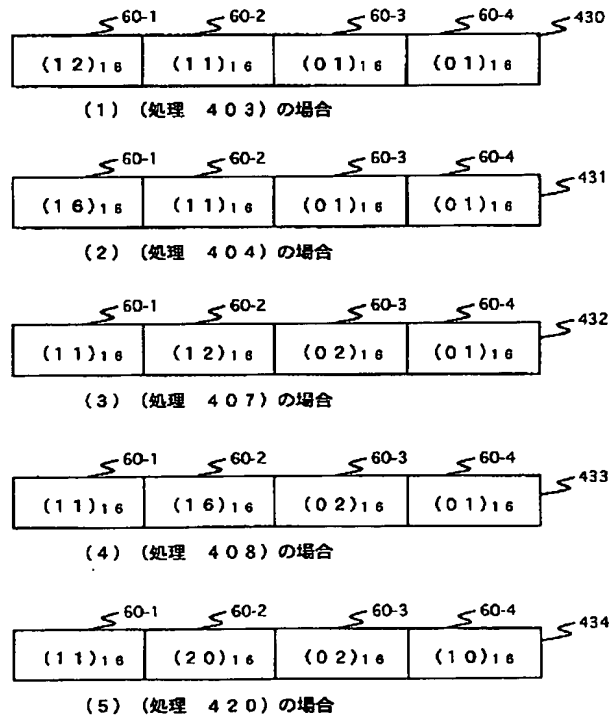
【図 17】

障害管理プロセスのデータフォーマット図 (図 17)

|                        |               |                    |     |
|------------------------|---------------|--------------------|-----|
| プロセッサ<br>モジュール<br>(11) | プロセッサモジュールの状態 | (01) <sub>16</sub> | 300 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 301 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 302 |
| プロセッサ<br>モジュール<br>(12) | プロセッサモジュールの状態 | (02) <sub>16</sub> | 303 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 304 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 305 |
| プロセッサ<br>モジュール<br>(13) | プロセッサモジュールの状態 | (01) <sub>16</sub> | 310 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 311 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 312 |
| プロセッサ<br>モジュール<br>(14) | プロセッサモジュールの状態 | (02) <sub>16</sub> | 313 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 314 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 315 |
| プロセッサ<br>モジュール<br>(15) | プロセッサモジュールの状態 | (01) <sub>16</sub> | 320 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 321 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 322 |
| プロセッサ<br>モジュール<br>(16) | プロセッサモジュールの状態 | (02) <sub>16</sub> | 323 |
|                        | 現用ハブアダプタの状態   | (01) <sub>16</sub> | 324 |
|                        | 待機ハブアダプタの状態   | (02) <sub>16</sub> | 325 |
| 現用ハブの状態                |               | (01) <sub>16</sub> | 330 |
| 待機ハブの状態                |               | (02) <sub>16</sub> | 331 |
| 障害数                    |               | 0                  | 335 |

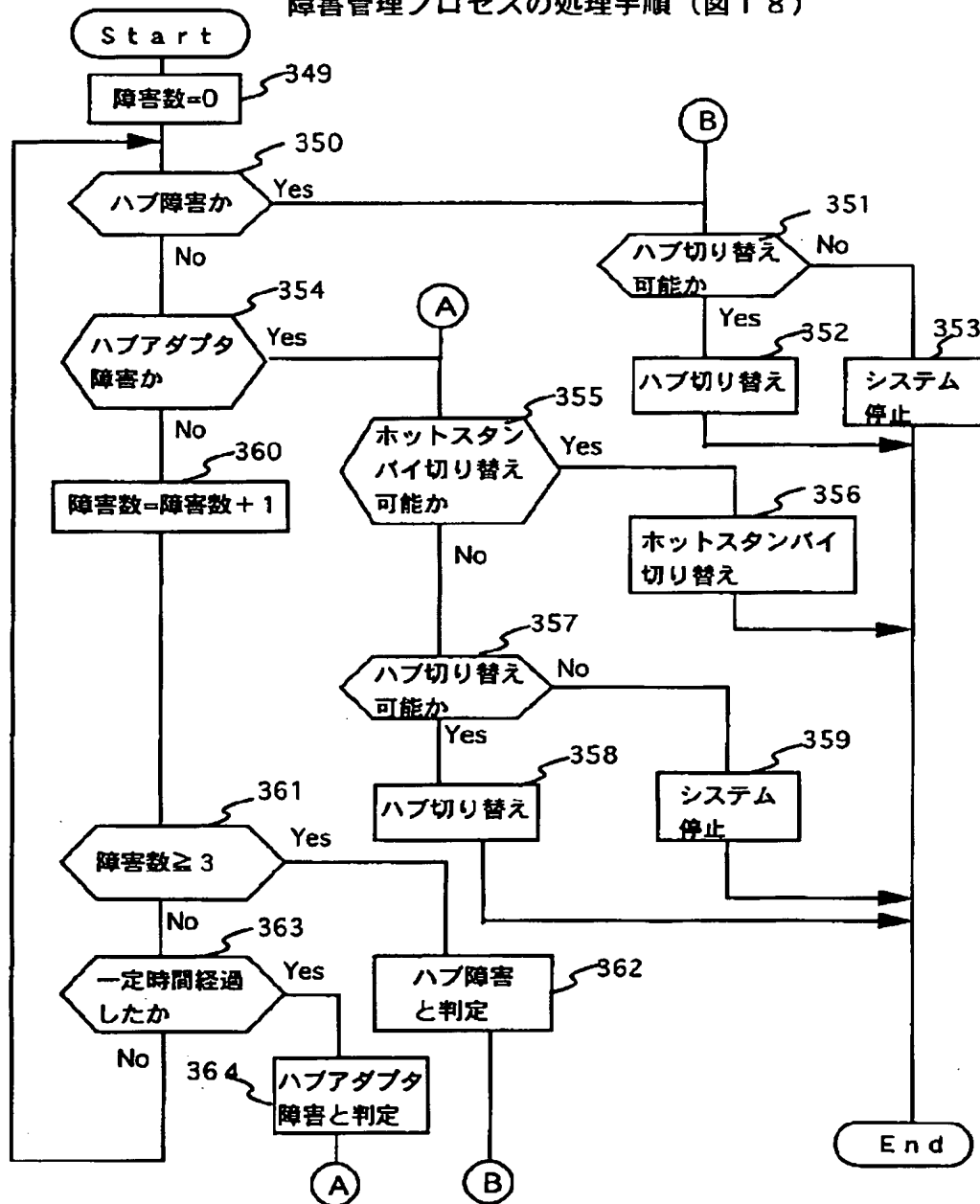
【図 24】

モニタ間通信のメッセージ (図 24)



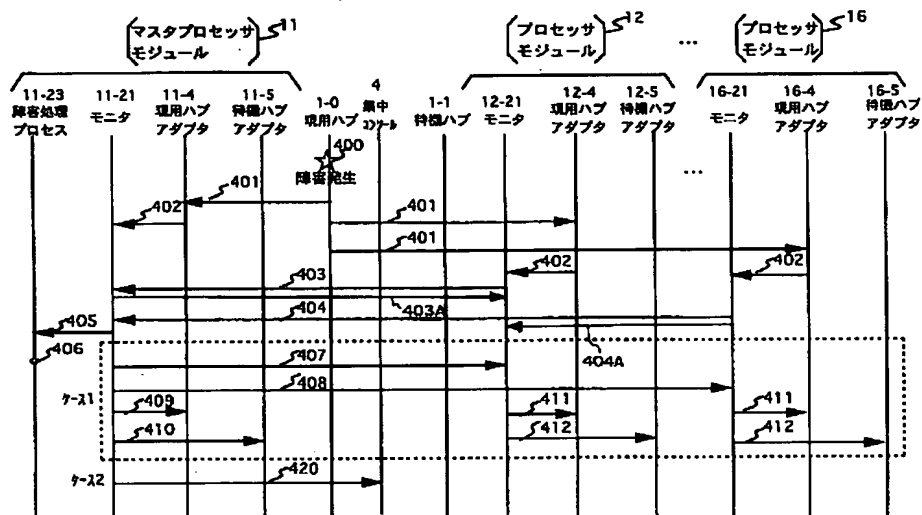
【図 18】

## 障害管理プロセスの処理手順 (図 18)



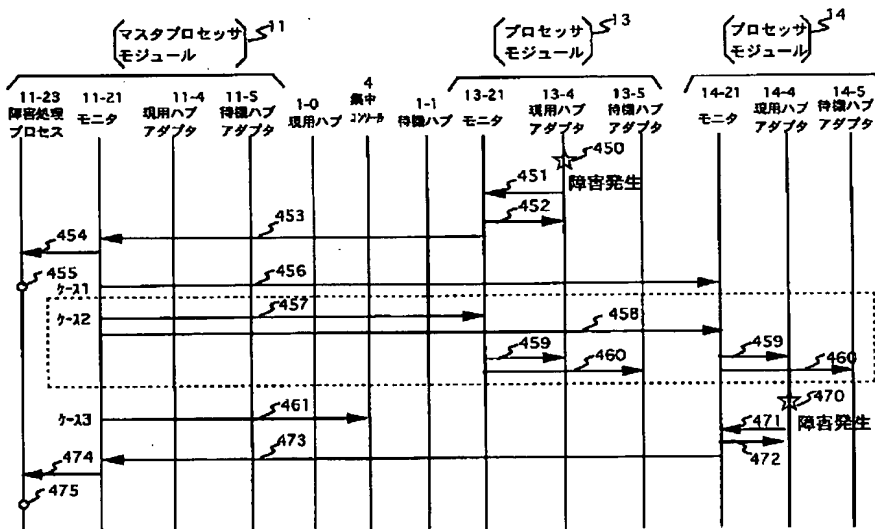
【図 23】

ハブ障害の処理手順 (図 23)



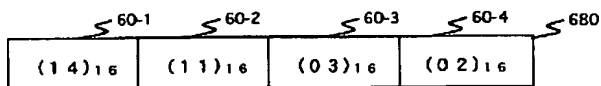
【図 25】

ハブアダプタ障害の処理手順 (図 25)

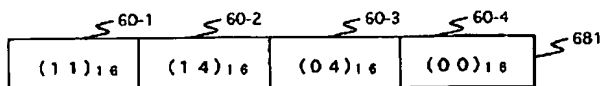


【図 32】

モニタ間通信のメッセージフォーマット図 (図 32)



(1) (処理 652) の場合

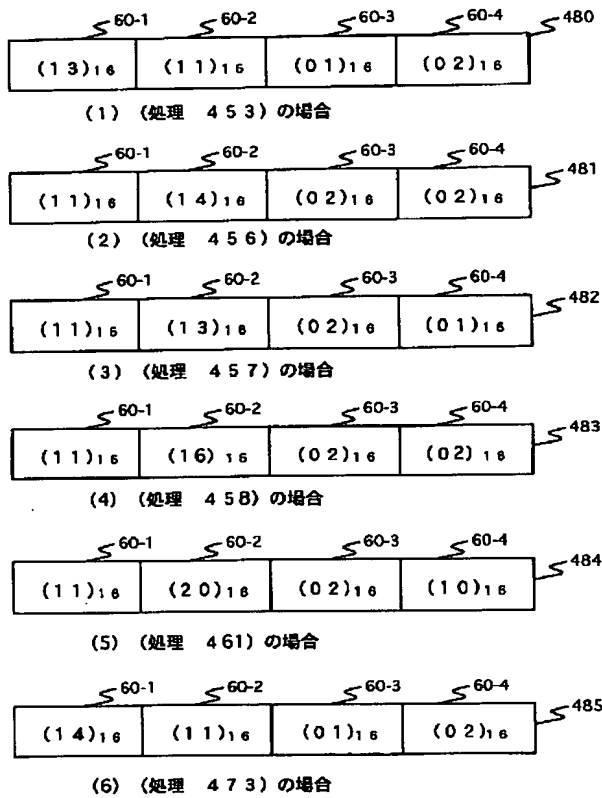


(2) (処理 655) の場合



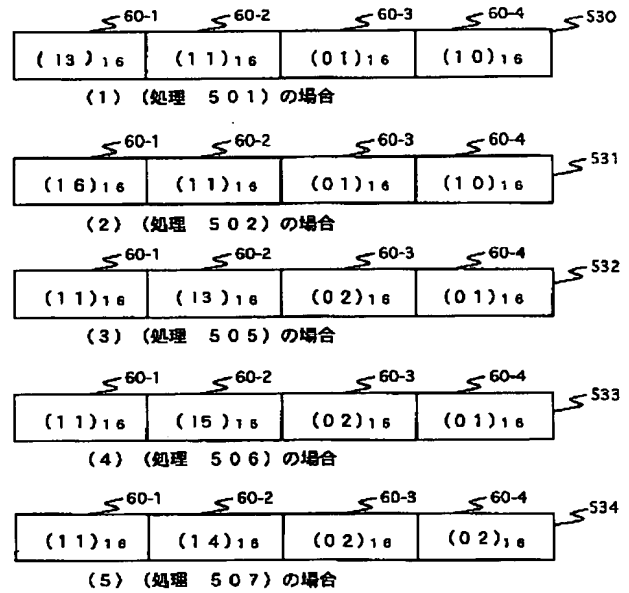
【図 26】

モニタ間通信のメッセージ (図 26)



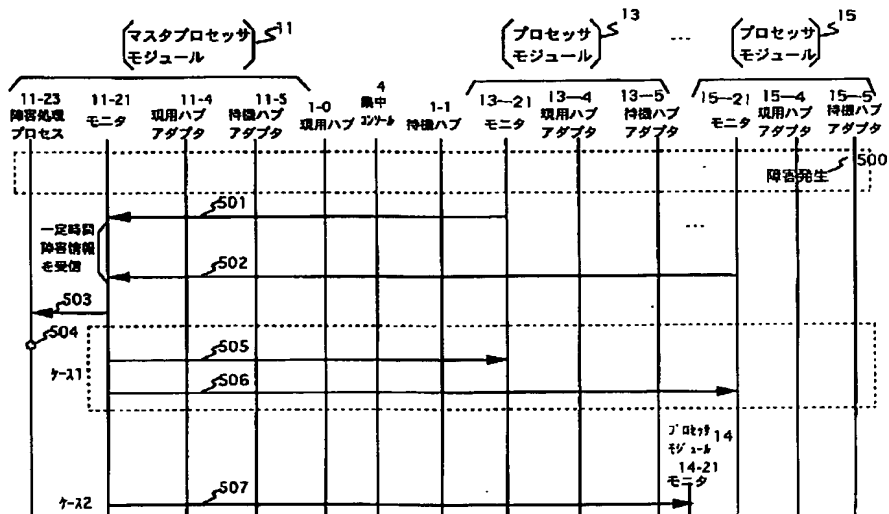
【図 28】

モニタ間通信のメッセージ (図 28)



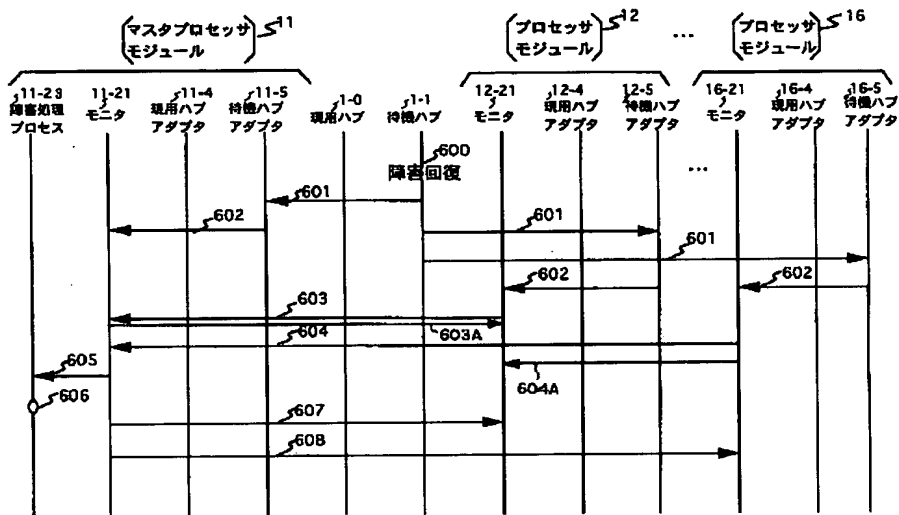
【図 27】

障害箇所が特定できない場合の処理手順 (図 27)



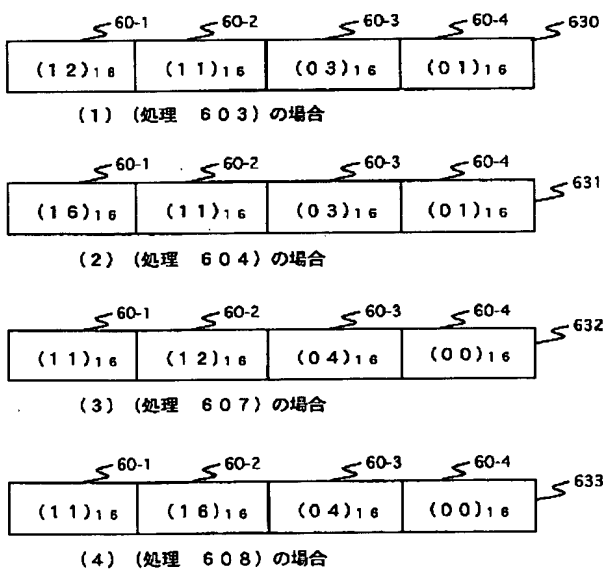
【図 29】

ハブ障害からの回復処理手順 (図 29)



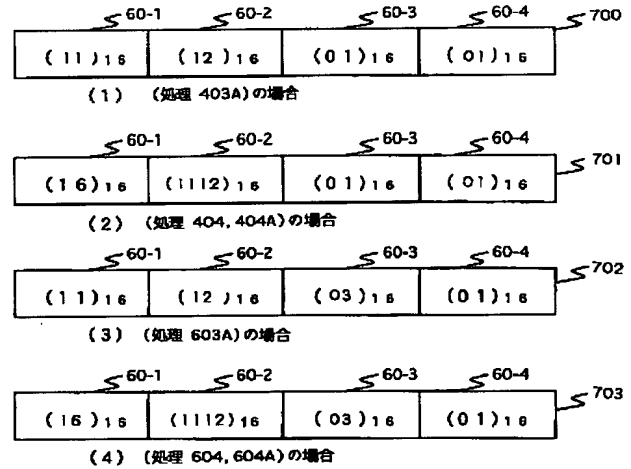
【図 30】

モニタ間通信のメッセージ (図 30)



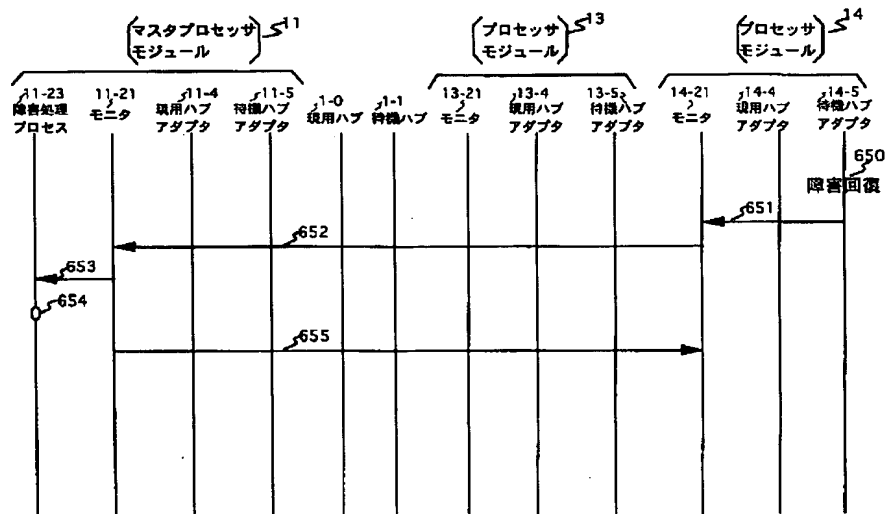
【図 35】

モニタ間通信のメッセージ (図 35)



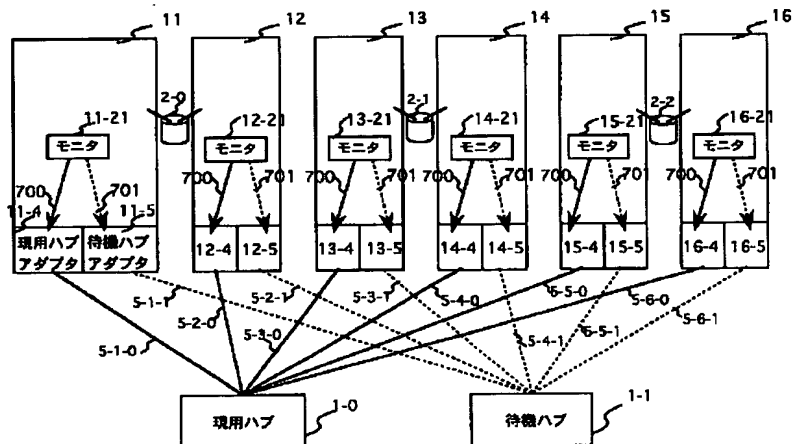
【図 3 1】

ハブアダプタ障害からの回復処理手順 (図 3 1)



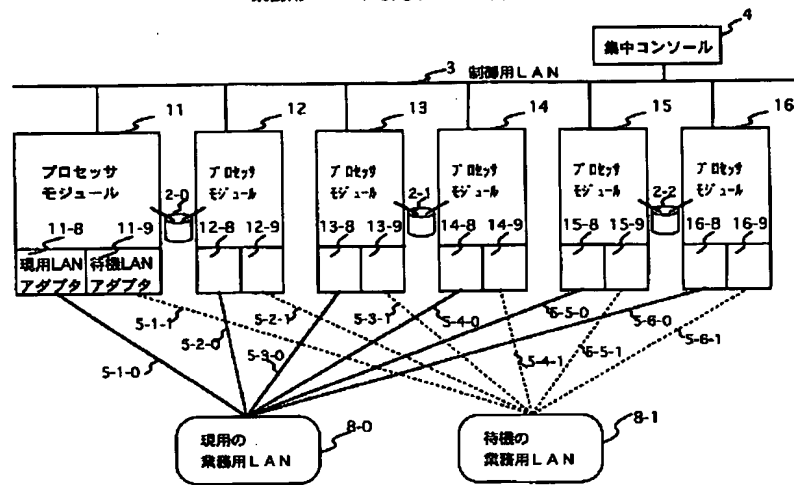
【図 3 3】

制御用LANのない場合のシステム構成 (図33)



【図 3 4】

業務用 LAN によるシステム構成図 (図 3 4)



フロントページの続き

(72) 発明者 村川 哲夫  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株  
式会社日立製作所ソフトウェア開発本部内

(72) 発明者 富沢 広幸  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株  
式会社日立製作所ソフトウェア開発本部内  
(72) 発明者 木下 俊之  
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099 株式会  
社日立製作所システム開発研究所内